

App'n. No. 09/818, 603
3. UCHIYAMA, ET AL

RECEIVED

JUL 10 2001

(translation of the front page of the priority document of
Japanese Patent Application No. 2001-062222) TECHNOLOGY CENTER 2800

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the
following application as filed with this Office.

Date of Application: March 6, 2001

Application Number : Patent Application 2001-062222

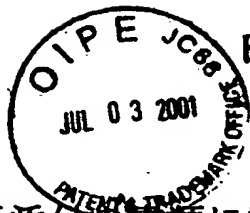
Applicant(s) : Mixed Reality Systems Laboratory Inc.

May 11, 2001

Commissioner,
Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2001-3037587



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

CF200090

P201-0069
RECEIVED

JUL 10 2001

TECHNOLOGY CENTER 2800

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 6日

出願番号

Application Number:

特願2001-062222

出願人

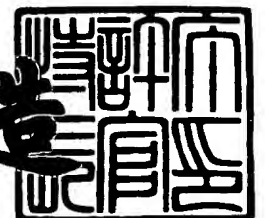
Applicant(s):

株式会社エム・アール・システム研究所

2001年 5月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3037587

【書類名】 特許願

【整理番号】 MR12112

【提出日】 平成13年 3月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 3/00

【発明の名称】 特定点検出方法及び装置

【請求項の数】 54

【発明者】

【住所又は居所】 横浜市西区花咲町6丁目145番地 横浜花咲ビル 株式会社エム・アール・システム研究所内

【氏名】 佐藤 清秀

【特許出願人】

【識別番号】 397024225

【氏名又は名称】 株式会社エム・アール・システム研究所

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康德

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712688

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 特定点検出方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象画像上における 1 つ以上の特定点の位置を検出する特定点検出装置であって、

前記特定点を検出するための検出パラメータを、前記対象画像上における前記特定点の見え方の変化に追従するよう更新する更新手段と、

前記更新手段で更新された検出パラメータに基づいて、前記対象画像上における前記特定点の位置を検出する検出手段と

を備えることを特徴とする特定点検出装置。

【請求項 2】 前記対象画像は、移動が可能な第 1 の撮影手段が撮影した第 1 の撮影画像であって、

前記特定点は、現実空間内の静止した特定点であることを特徴とする、請求項 1 に記載の特定点検出装置。

【請求項 3】 前記検出手段は、

前記第 1 の撮影手段の視点位置及び／または姿勢を算出する第 1 算出手段と、

前記第 1 算出手段で算出された視点位置及び／または姿勢に基づいて、検出する特定点を絞り込む絞り込手段とを更に備える

ことを特徴とする請求項 2 に記載の特定点検出装置。

【請求項 4】 前記第 1 の撮影手段が複数存在し、

前記検出手段は、前記複数の第 1 の撮影手段それぞれに対応する複数の検出部を備え、

前記複数の検出部はそれぞれ、前記更新手段が更新した検出パラメータに基づいて、対応する前記の第 1 の撮影手段で撮影した第 1 の撮影画像における前記特定点の位置を検出することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の特定点検出装置。

【請求項 5】 前記更新手段は、

視点の位置姿勢及び焦点距離が固定された第 2 の撮影手段と、

前記第 2 の撮影手段で撮影した第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータ

を生成する生成手段とを備え、

現在の検出パラメータを、前記生成手段で生成された検出パラメータに更新する

ことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 6】 前記更新手段は、

前記第 1 の撮影画像と同時刻に撮影された前記第 2 の撮影画像に基づいて生成された検出パラメータを前記検出手段が使用可能なように検出パラメータの更新を行い、

前記検出手段は、前記第 1 の撮影画像と同時刻に撮影された前記第 2 の撮影画像に基づいて生成された検出パラメータを用いて前記特定点の検出をおこなう

ことを特徴とする請求項 5 に記載の特定点検出装置。

【請求項 7】 前記第 2 の撮影手段として、異なる視点位置に固定された複数の第 2 の撮影手段を備え、

前記生成手段は、該複数の第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータを生成する

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の特定点検出装置。

【請求項 8】 前記複数の第 2 の撮影手段は、1 つ以上の特定点を重複して撮影しており、

前記生成手段は、複数の第 2 の撮影手段に基づいて同一の特定点に対する検出パラメータをそれぞれ生成し、

前記検出手段は、同一特定点に関する複数の検出パラメータに基づいて該特定点の検出を行う

ことを特徴とする請求項 7 に記載の特定点検出装置。

【請求項 9】 前記検出手段は、

前記第 1 の撮影手段の視点位置を算出する視点位置算出手段を備え、

同一の特定点に対応した複数の検出パラメータが存在する場合に、前記視点位置算出手段で算出された視点位置に最も近い第 2 の撮影手段に基づいて生成された検出パラメータを用いて特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 8 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 0】 前記更新手段は、

視点の位置姿勢及び焦点距離が固定された第 2 の撮影手段と、

前記第 2 の撮影手段で撮影した第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータを生成する生成手段とを備え、

現在の検出パラメータを、前記生成手段で生成された検出パラメータに更新する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 1】 前記第 2 の撮影手段として、異なる視点位置に固定された複数の第 2 の撮影手段を備え、

前記生成手段は、該複数の第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータを生成する

ことを特徴とする請求項 1 0 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 2】 前記複数の第 2 の撮影手段は、1 つ以上の特定点を重複して撮影しており、

前記生成手段は、複数の第 2 の撮影手段に基づいて同一の特定点に対する検出パラメータをそれぞれ生成し、

前記検出手段は、同一特定点に関する複数の検出パラメータに基づいて該特定点の検出を行う

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 3】 前記検出手段は、同一の特定点に対応した複数の検出パラメータが存在する場合に、各検出パラメータに基づいて該特定点の検出を行い、検出精度の評価値が最も良好な検出パラメータによる検出位置を採用することで特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 8 又は 1 2 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 4】 前記生成手段は、

前記第 2 の撮影画像上における前記特定点の位置又は領域を供給する供給手段を備え、

前記供給手段が供給する位置又は領域に基づいて、前記第 2 の撮影画像から前記特定点を含む部分画像を抽出し、該部分画像に基づいて前記検出パラメータを

生成する

ことを特徴とする請求項 5 乃至 1 3 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 1 5】 前記供給手段は、

前記第 2 の撮影画像上における前記特定点の位置又は領域を既知の情報として保持しており、該位置又は領域を供給することを特徴とする請求項 1 4 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 6】 前記供給手段は、

前記特定点の 3 次元位置及び前記第 2 の撮影手段のカメラパラメータを既知の情報として保持しており、

前記特定点の 3 次元位置及び前記第 2 の撮影手段のカメラパラメータに基づいて前記第 2 の撮影画像上における前記特定点の位置を算出する特定点位置算出手段を有し、

前記特定点位置算出手段により算出された位置を供給することを特徴とする請求項 1 4 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 7】 前記供給手段は、

前記第 2 の撮影画像から特徴的な部分領域を抽出する特徴抽出手段を有し、

前記特徴抽出手段により抽出された前記特徴的な部分領域の位置又は領域を供給することを特徴とする請求項 1 4 に記載の特定点検出装置。

【請求項 1 8】 前記生成手段は、

前記第 2 の撮影手段によって単一時刻に撮影された 1 枚の撮影画像に基づいて検出パラメータの生成を行う

ことを特徴とする請求項 5 乃至 1 7 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 1 9】 前記生成手段は、

前記第 2 の撮影手段によって複数時刻に撮影された複数枚の撮影画像に基づいて検出パラメータの生成を行う

ことを特徴とする請求項 5 乃至 1 7 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 2 0】 前記更新手段は、所定の時間間隔で検出パラメータの更新を行う

ことを特徴とする請求項 1 乃至 1 9 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 2 1】 前記更新手段は、前記第 2 の撮影画像の内容に基づいて、検出パラメータの更新の実行タイミングを決定する

ことを特徴とする請求項 5 乃至 1 9 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 2 2】 前記更新手段は、新たな第 2 の撮影画像と、最後に検出パラメータを更新した際の第 2 の撮影画像との相違度が所定値を越えた場合に、検出パラメータの更新を実行する

ことを特徴とする請求項 2 1 に記載の特定点検出装置。

【請求項 2 3】 前記更新手段は、前記生成手段が生成した検出パラメータの変化に基づいて、検出パラメータの更新を制御する

ことを特徴とする請求項 2 1 に記載の特定点検出装置。

【請求項 2 4】 前記更新手段は、

前記特定点のそれぞれに対して予め用意された複数種類の検出パラメータを格納する格納手段と、

前記格納手段に格納された複数種類の検出パラメータから、各特定点を検出するための検出パラメータを、特定点の見え方の変化に追従するように選択する選択手段とを備え、

現在の検出パラメータを、前記選択手段で選択された検出パラメータに更新する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 2 5】 前記選択手段は、前記対象画像の平均輝度値に基づいて検出パラメータの選択を行う

ことを特徴とする請求項 2 4 に記載の特定点検出装置。

【請求項 2 6】 前記検出パラメータは前記特定点を含むテンプレート画像であり、

前記検出手段は、前記対象画像にテンプレートマッチングを行い、該画像上における前記特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 2 7】 前記検出パラメータは前記特定点に特有な色および／または輝度を表わす情報であり、

前記検出手段は、前記特定点に特有な色および／または輝度をもつ領域を前記対象画像から抽出することにより、該画像上における前記特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 2 5 のいずれかに記載の特定点検出装置。

【請求項 2 8】 対象画像上における 1 つ以上の特定点の位置を検出する特定点検出方法であって、

前記特定点を検出するための検出パラメータを、前記対象画像上における前記特定点の見え方の変化に追従するよう更新する更新工程と、

前記更新工程で更新された検出パラメータに基づいて、前記対象画像上における前記特定点の位置を検出する検出工程と

を備えることを特徴とする特定点検出方法。

【請求項 2 9】 前記対象画像は、移動が可能な第 1 の撮影手段によって撮影する第 1 の撮影工程で撮影した第 1 の撮影画像であって、

前記特定点は、現実空間内の静止した特定点であることを特徴とする、請求項 2 8 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 0】 前記検出工程は、

前記第 1 の撮影手段の視点位置及び／または姿勢を算出する第 1 算出工程と、

前記第 1 算出工程で算出された視点位置及び／または姿勢に基づいて、検出する特定点を絞り込む絞込工程とを更に備える

ことを特徴とする請求項 2 9 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 1】 前記第 1 の撮影手段が複数存在し、

前記検出工程は、前記複数の第 1 の撮影手段それぞれに対応した複数の検出処理を実行し、

前記複数の検出処理はそれぞれ、前記更新工程が更新した検出パラメータに基づいて、対応する前記の第 1 の撮影手段で撮影した第 1 の撮影画像における前記特定点の位置を検出することを特徴とする請求項 2 9 又は 3 0 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 2】 前記更新工程は、

視点の位置姿勢及び焦点距離が固定された第 2 の撮影手段によって撮影する第

2 の撮影工程と、

前記第 2 の撮影工程で撮影した第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータを生成する生成工程とを備え、

現在の検出パラメータを、前記生成工程で生成された検出パラメータに更新する

ことを特徴とする請求項 2 9 乃至 3 1 のいずれかに記載の特定点検出方法。

【請求項 3 3】 前記更新工程は、

前記第 1 の撮影画像と同時刻に撮影された前記第 2 の撮影画像に基づいて生成された検出パラメータを前記検出工程が使用可能なように検出パラメータの更新を行い、

前記検出工程は、前記第 1 の撮影画像と同時刻に撮影された前記第 2 の撮影画像に基づいて生成された検出パラメータを用いて前記特定点の検出をおこなう

ことを特徴とする請求項 3 2 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 4】 前記第 2 の撮影工程において、異なる視点位置に固定された複数の第 2 の撮影手段による撮影を行い、

前記生成工程は、該複数の第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータを生成する

ことを特徴とする請求項 3 2 又は 3 3 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 5】 前記複数の第 2 の撮影手段は、1 つ以上の特定点を重複して撮影しており、

前記生成工程は、複数の第 2 の撮影手段によって得られた撮影画像に基づいて同一の特定点に対する検出パラメータをそれぞれ生成し、

前記検出工程は、同一特定点に関する複数の検出パラメータに基づいて該特定点の検出を行う

ことを特徴とする請求項 3 4 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 6】 前記検出工程は、

前記第 1 の撮影手段の視点位置を算出する視点位置算出工程を備え、

同一の特定点に対応した複数の検出パラメータが存在する場合に、前記視点位置算出工程で算出された視点位置に最も近い第 2 の撮影手段に基づいて生成され

た検出パラメータを用いて特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 3 5 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 7】 前記更新工程は、

視点の位置姿勢及び焦点距離が固定された第 2 の撮影手段によって撮影する第 2 の撮影工程と、

前記第 2 の撮影工程で撮影した第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータを生成する生成工程とを備え、

現在の検出パラメータを、前記生成工程で生成された検出パラメータに更新する

ことを特徴とする請求項 2 8 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 8】 前記第 2 の撮影工程において、異なる視点位置に固定された複数の第 2 の撮影手段による撮影を行い、

前記生成工程は、該複数の第 2 の撮影画像に基づいて前記検出パラメータを生成する

ことを特徴とする請求項 3 7 に記載の特定点検出方法。

【請求項 3 9】 前記複数の第 2 の撮影手段は、1 つ以上の特定点を重複して撮影しており、

前記生成工程は、複数の第 2 の撮影手段によって得られた撮影画像に基づいて同一の特定点に対する検出パラメータをそれぞれ生成し、

前記検出工程は、同一特定点に関する複数の検出パラメータに基づいて該特定点の検出を行う

ことを特徴とする請求項 3 8 に記載の特定点検出方法。

【請求項 4 0】 前記検出工程は、同一の特定点に対応した複数の検出パラメータが存在する場合に、各検出パラメータに基づいて該特定点の検出を行い、検出精度の評価値が最も良好な検出パラメータによる検出位置を採用することで特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 3 5 又は 3 9 に記載の特定点検出方法。

【請求項 4 1】 前記生成工程は、

前記第 2 の撮影画像上における前記特定点の位置又は領域を供給する供給工程

を備え、

前記供給工程が供給する位置又は領域に基づいて、前記第 2 の撮影画像から前記特定点を含む部分画像を抽出し、該部分画像に基づいて前記検出パラメータを生成する

ことを特徴とする請求項 3 2 乃至 4 0 のいずれかに記載の特定点検出方法。

【請求項 4 2】 前記供給工程は、

前記第 2 の撮影画像上における前記特定点の位置又は領域を既知の情報として保持しており、該位置又は領域を供給することを特徴とする請求項 4 1 に記載の特定点検出方法。

【請求項 4 3】 前記供給工程は、

前記特定点の 3 次元位置及び前記第 2 の撮影手段のカメラパラメータを既知の情報として保持しており、

前記特定点の 3 次元位置及び前記第 2 の撮影手段のカメラパラメータに基づいて前記第 2 の撮影画像上における前記特定点の位置を算出する特定点位置算出工程を有し、

前記特定点位置算出工程により算出された位置を供給することを特徴とする請求項 4 1 に記載の特定点検出方法。

【請求項 4 4】 前記供給工程は、

前記第 2 の撮影画像から特徴的な部分領域を抽出する特徴抽出工程を有し、

前記特徴抽出工程により抽出された前記特徴的な部分領域の位置又は領域を供給することを特徴とする請求項 4 1 に記載の特定点検出方法。

【請求項 4 5】 前記生成工程は、

前記第 2 の撮影工程によって単一時刻に撮影された 1 枚の撮影画像に基づいて検出パラメータの生成を行う

ことを特徴とする請求項 3 2 乃至 4 4 のいずれかに記載の特定点検出方法。

【請求項 4 6】 前記生成工程は、

前記第 2 の撮影工程によって複数時刻に撮影された複数枚の撮影画像に基づいて検出パラメータの生成を行う

ことを特徴とする請求項 3 2 乃至 4 4 のいずれかに記載の特定点検出方法。

【請求項 4 7】 前記更新工程は、所定の時間間隔で検出パラメータの更新を行う

ことを特徴とする請求項 2 8 乃至 4 6 のいずれかに記載の特定検出方法。

【請求項 4 8】 前記更新工程は、前記第 2 の撮影画像の内容に基づいて、検出パラメータの更新の実行タイミングを決定する

ことを特徴とする請求項 3 2 乃至 4 6 のいずれかに記載の特定検出方法。

【請求項 4 9】 前記更新工程は、新たな第 2 の撮影画像と、最後に検出パラメータを更新した際の第 2 の撮影画像との相違度が所定値を越えた場合に、検出パラメータの更新を実行する

ことを特徴とする請求項 4 8 に記載の特定検出方法。

【請求項 5 0】 前記更新工程は、前記生成工程が生成した検出パラメータの変化に基づいて、検出パラメータの更新を制御する

ことを特徴とする請求項 4 8 に記載の特定検出方法。

【請求項 5 1】 前記更新工程は、

前記特定点のそれぞれに対して予め用意された複数種類の検出パラメータを格納する格納工程と、

前記格納工程で格納された複数種類の検出パラメータから、各特定点を検出するための検出パラメータを、特定点の見え方の変化に追従するように選択する選択工程とを備え、

現在の検出パラメータを、前記選択工程で選択された検出パラメータに更新する

ことを特徴とする請求項 2 8 乃至 3 1 のいずれかに記載の特定検出方法。

【請求項 5 2】 前記選択工程は、前記対象画像の平均輝度値に基づいて検出パラメータの選択を行う

ことを特徴とする請求項 5 1 に記載の特定検出方法。

【請求項 5 3】 前記検出パラメータは前記特定点を含むテンプレート画像であり、

前記検出工程は、前記対象画像にテンプレートマッチングを行い、該画像上における前記特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 2 8 乃至 5 2 のいずれかに記載の特定点検出方法。

【請求項 5 4】 前記検出パラメータは前記特定点に特有な色および／または輝度を表わす情報であり、

前記検出工程は、前記特定点に特有な色および／または輝度をもつ領域を前記対象画像から抽出することにより、該画像上における前記特定点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 2 8 乃至 5 2 のいずれかに記載の特定点検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、たとえばランドマーク等の、静止物体の特定点を画像から検出するための特定点検出方法及び装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、現実空間に付加情報や仮想物体（以下、仮想画像と総称する）を重畳表示することを目的とした複合現実感（Mixed Reality、以下、MR技術）に関する研究が盛んに行われている。その中でも、ビデオシースルータイプのヘッドマウンティドディスプレイ（Head-Mounted Display、以下、HMD）を観察者が装着して、HMDに内蔵または装着されたカメラによって撮影される現実画像に、現実空間と仮想空間を3次元的に位置合わせした状態で仮想画像を重畳描画し、その結果生成される複合現実感画像（以下、MR画像）をリアルタイムにHMDに表示するシステム（本明細書において、このような装置をMRシステムと称することにする）が注目されている。

【0 0 0 3】

仮想画像と現実画像の位置合せは、MRシステムにおける最大の技術課題であり、その実現には、カメラ視点の位置と方位姿勢の正確な計測が必要である。一般に、3次元位置の既知な複数（理論的には3点以上、安定的に解くためには6点以上）の点の撮影画像上における位置が得られれば、その対応関係からカメラ視点の位置と方位姿勢を求めることができる（本明細書において、このような点

をランドマークと称することにする)。すなわち位置合わせの問題は、移動するカメラによって撮影された画像中から、如何に正確にランドマークを追跡あるいは検出し、その位置を得るかに帰着される。

【 0 0 0 4 】

本発明者らは、これまでにゲーム等の分野においてMR技術の応用装置を開発してきた。これらの装置は、屋内での使用を前提としたものであった。

【 0 0 0 5 】

上述のような屋内の使用においては、特徴的なマーカ（赤や緑のような特徴的な色を単色または組み合わせて配置したものや、市松模様や同心円のような特徴的なパターンが用いられる場合が多い）を対象空間中に配置し、これらをランドマークとすることで、画像処理によるランドマークの検出を容易かつ安定的に行うことが可能となり、高精度な位置合わせが実現できる。

【 0 0 0 6 】

色に基づくマーカを用いる場合のマーカの検出方法としては、例えば、ある照明環境下においてマーカを撮影し、その画像中におけるマーカ領域の代表色を抽出しこれを保存しておくことで、撮影画像中におけるマーカ領域の代表色と同一色（あるいはその近傍色）をもつ領域としてマーカを検出する方法が知られている。また、パターンに基づくマーカを用いる場合のマーカ検出方法としては、例えば、ある照明環境下において各マーカを撮影し、その画像中におけるマーカの近傍領域をテンプレート画像として保存しておくことで、テンプレートマッチングによってマーカを検出することができる。すなわち、テンプレート画像と撮影画像の部分領域との間で類似度演算を行い、テンプレート画像に最も類似する部分領域の位置をマーカの位置として検出する。本明細書では、上記におけるマーカ領域の代表色やテンプレート画像といった、マーカを検出するための手掛りとして用いる画像特徴を総称して、「検出パラメータ」と呼ぶこととする。

【 0 0 0 7 】

一方、例えば、HMDに案内者の仮想画像を表示して、大学構内や観光地の案内を行うなど、屋外での使用を前提としたMRシステムに対しても要望が増加している。

【 0 0 0 8 】

屋外では環境中に人為的なマーカを貼ることが困難な場合が多い。このような状況下において観察者視点の位置と方位姿勢を計測する手法としては、カメラによって撮影される撮影画像内において、画像処理によって検出可能な特徴をもつ点（例えば構造物の角、構造物中のテクスチャの多い点、色味が局所的に変化している点等）をランドマークとして用いる手法が知られている。撮影画像からのランドマークの検出には、テンプレートマッチング技術を適用できる。

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、屋外環境においては、天候（晴／曇り／雨）や時間帯（朝／昼／夜）による環境光の変化によってランドマークの見え方（明るさや色味）に変化が生じる。このため、テンプレートマッチングによるランドマークの検出を行おうとした場合、検出パラメータとして予めマッチングのためのテンプレート画像を用意しておいても、環境光の変化によって正しいマッチングを行うことが出来ず、ランドマークの検出が行えなくなるという問題がある。したがって、視点の正しい位置と方位姿勢を得ることができず、現実画像と仮想画像の正しい位置合わせを行うことができないという問題が発生する。また、屋内環境において人為的なマーカを利用した場合であっても、照明環境が変化する場合には同様な問題が生じてしまう。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、撮影時の環境が変化して特定点として用いるランドマーク等の見え方が変化しても、撮影画像中から特定点を確実に検出可能とすることを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するための本発明による特定点検出装置は、例えば以下の構成を備える。即ち、

対象画像上における 1 つ以上の特定点の位置を検出する特定点検出装置であって、

前記特定点を検出するための検出パラメータを、前記対象画像上における前記特定点の見え方の変化に追従するよう更新する更新手段と、

前記更新手段で更新された検出パラメータに基づいて、前記対象画像上における前記特定点の位置を検出する検出手段とを備える。

また、好ましくは、前記対象画像は、移動が可能な第 1 の撮影手段が撮影した第 1 の撮影画像であって、

前記特定点は、現実空間内の静止した特定点である。

【 0 0 1 2 】

また、上記の目的を達成するための本発明による特定点検出方法は、例えば以下の工程を備える。すなわち、

対象画像上における 1 つ以上の特定点の位置を検出する特定点検出方法であって、

前記特定点を検出するための検出パラメータを、前記対象画像上における前記特定点の見え方の変化に追従するよう更新する更新工程と、

前記更新工程で更新された検出パラメータに基づいて、前記対象画像上における前記特定点の位置を検出する検出工程とを備える。

また、好ましくは、前記対象画像は、移動が可能な第 1 の撮影手段によって撮影する第 1 の撮影工程で撮影した第 1 の撮影画像であって、

前記特定点は、現実空間内の静止した特定点である。

【 0 0 1 3 】

【発明の実施の形態】

以下、添付の図面を参照して本発明の好適な実施形態を説明する。

【 0 0 1 4 】

<第 1 実施形態>

以下に説明する実施形態では、検出パラメータとして、テンプレートマッチングに用いるテンプレート画像を用い、このテンプレート画像を動的に更新することにより、ランドマークの検出精度を向上する。

【 0 0 1 5 】

図 1 は第 1 実施形態による M R システムの構成を説明するブロック図である。

図 1 において、101 は本発明の第 2 の撮影手段に相当する固定カメラであり、常にシーン中の同一地点が観測されるように、その設置位置、視点の方位姿勢、焦点距離等が固定されている。すなわち、固定カメラ 101 より得られる撮影画像（以下、固定視点画像 I_S という）上においては、検出対象であるランドマーク P_i (i は 1 ～ランドマーク数) は、常に同一の座標 (x_i, y_i) で撮影されている。

【0016】

102 はテンプレート画像作成モジュールであり、固定視点画像 I_S から、各ランドマーク P_i に対応するテンプレート画像 T_i を生成する。テンプレート画像の生成方法には後に説明するような種々の方法があるが、本実施形態では、ランドマーク P_i の観測座標 (x_i, y_i) は既知であるものと仮定する。また、テンプレート画像 T_i は、 (x_i, y_i) を中心とした一定範囲の矩形領域 R_i を I_S から抽出することで生成する。このテンプレート画像 T_i は、後に説明するように、ランドマーク検出のためのテンプレートマッチング処理に用いられる。なお、このテンプレート画像 T_i は、所定のタイミング、例えば固定カメラ 101 の 1 フレーム毎に更新される。

【0017】

110 は観察者が装着する HMD であり、観察者視点カメラ 111 とディスプレイ 112 を備える。観察者視点カメラ 111 は HMD 110 に固定されており、その撮影画像は、観察者の視点位置、方向に対応した画像（以下、観察者視点画像 I という）となる。ここで、観察者カメラ 111 は第 1 の撮影手段の一態様に相当し、この観察者視点画像が、特定点（ランドマーク）検出の対象となる対象画像に相当する。

【0018】

113 はランドマーク検出モジュールであり、テンプレート画像作成モジュール 102 から提供されるテンプレート画像 T_i を用いてテンプレートマッチングによる探索処理を行うことにより、観察者視点カメラ 111 より提供される観察者視点画像 I からランドマーク P_i を検出する。上述したようにテンプレート画像作成モジュール 102 は所定のタイミングでテンプレート画像を更新している

ので、ランドマーク検出モジュールでは、観察者視点画像 I とほぼ同一時刻に撮影された（すなわち、観察者視点画像 I とほぼ同一光源環境下において撮影された）テンプレート画像を用いてテンプレートマッチングを行うことができる。したがって、屋外環境のように光源環境が動的に変化する状況下においても、常に安定したテンプレートマッチングを行うことが可能であり、ランドマーク位置の正確な検出が実現できる。

【0019】

ランドマーク検出モジュール 113 はさらに、検出されたランドマーク P_i の当該観察者視点画像 I 上の座標値 (u_i, v_i) を求め、視点位置推定モジュール 114 へ送る。なお、 (u_i, v_i) は、テンプレート画像と一致した領域の中心位置とする。

【0020】

視点位置推定モジュール 114 では、ランドマーク検出モジュール 113 から提供される複数のランドマークの画像座標値と、予め計測し既知の情報として保持している実空間におけるランドマークの位置に基づいて、周知の方法により観察者の視点位置及び方位姿勢を算出する。なお、理論的には、観察者視点画像 I 上の 3 ヶ所のランドマークの座標値があれば、当該観察者視点画像の視点位置及び方位姿勢を算出することができる。

【0021】

以上のようにして算出された視点位置及び方位姿勢は、仮想画像生成モジュール 115 に提供される。仮想画像生成モジュール 115 は、視点位置推定モジュール 114 から提供された視点位置及び方位姿勢から観察されるであろう仮想画像を観察者視点画像 I 上に重畳描画し、これを HMD 110 のディスプレイ 112 に表示する。この結果、現実空間と仮想空間が正確な位置合せのもとに融合された MR 画像がディスプレイ 112 に表示され、観察者はこれを観察することになる。

【0022】

なお、屋外で観察者が移動することを想定すると、固定カメラ 101 及びテンプレート画像作成モジュール 102 を含むユニット（固定部分）と、HMD 11

0 及びランドマーク検出モジュール 1 1 3 を含むユニット（観察者に装着される部分）とは別体であることが好ましい。この場合、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 からランドマーク検出モジュール 1 1 3 へのテンプレート画像の送信は、有線或いは無線で行われる。

【 0 0 2 3 】

図 2 は第 1 の実施形態によるランドマーク検出処理の概要を説明する図である。2 0 1 は固定カメラ 1 0 1 で撮影された固定視点画像 I_S であり、本例では 7 つのランドマーク ($P_1 \sim P_7$) が設定されている。前述のように、固定視点画像 2 0 1 中のランドマーク位置 (x_i, y_i) は既知である。従って、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 は、固定視点画像 2 0 1 内の各ランドマーク位置 (x_i, y_i) を中心とした所定領域 $R_1 \sim R_7$ を抽出することでテンプレート画像 $T_1 \sim T_7$ を生成することができる。このようにして、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 は、所定のタイミングで最新の固定視点画像 I_S を用いてテンプレート画像 T_i を生成する。

【 0 0 2 4 】

ランドマーク検出モジュール 1 1 3 は、以上のようにして生成された、最新のテンプレート画像 T_i を用いて、HMD 1 1 0 が備える観察者視点カメラ 1 1 1 より得られる観察者視点画像 I (2 0 2) にテンプレートマッチングを行い、ランドマークを検出する。

【 0 0 2 5 】

図 3 はテンプレート画像作成モジュール 1 0 2 によるテンプレート画像作成処理の手順を説明するフローチャートである。まずステップ S 3 0 1 において、テンプレート画像の更新タイミングか否かを判定する。本実施形態では、テンプレート画像の更新タイミングを固定カメラ 1 0 1 のフレーム周期と一致させるものとするが、もちろんこれに限定されるものではない。例えば、所定の時間の経過毎にテンプレート画像の更新を行う、固定カメラ 1 0 1 が所定フレーム数の撮影を終える毎にテンプレート画像の更新を行う、前回のテンプレート画像の更新時の固定視点画像と現在の固定視点画像の平均輝度値の差が所定値以上になったときにテンプレート画像の更新を行う、或いはこれらのタイミングの組み合わせな

ど、種々の変形が可能であることは明らかであろう。

【 0 0 2 6 】

ステップ S 3 0 1 においてテンプレート画像の更新タイミングであった場合は、ステップ S 3 0 2 に進み、固定視点カメラ 1 0 1 からの固定視点画像 I_S を入力する。そして、ステップ S 3 0 3 において、画像 I_S の中から、ランドマーク P_i に対応する所定の矩形領域 R_i (例えば $(x_i - n < x < x_i + n, y_i - n < y < y_i + n; n$ は定数) を満たすような (x, y) の画像を抽出し、これをテンプレート画像 T_i とする。ステップ S 3 0 4 では、ステップ S 3 0 3 で得られたテンプレート画像 T_i をランドマーク検出モジュール 1 1 3 に出力する。

【 0 0 2 7 】

ステップ S 3 0 5 では、ランドマーク P_i のすべてについてテンプレート画像の生成を終えたかどうかを判定し、未処理のランドマークがあれば、ステップ S 3 0 6 で、そのランドマークに処理の対象を移し、ステップ S 3 0 3 へ戻って上記処理を繰り返す。すべてのランドマークについてテンプレート画像の生成及び出力を終えたならば、ステップ S 3 0 5 よりステップ S 3 0 1 へ処理を戻し、次の更新タイミングを待つ。

【 0 0 2 8 】

以上の処理によって、所定のタイミングで（本実施形態ではフレーム単位で）更新されたテンプレート画像がランドマーク検出モジュール 1 1 3 へ提供されることになる。

【 0 0 2 9 】

なお、上記実施形態では、ステップ S 3 0 3 において、画像 I_S から抽出した矩形領域 R_i をそのままテンプレート画像 T_i としたが、テンプレート画像の生成方法はこれに限られるものではない。たとえば、過去複数フレームにおける固定視点画像 I_S から抽出した複数の矩形領域 R_i を用いて、その平均画像や重み付き平均画像を作成し、これをテンプレート画像 T_i としてもよい。この場合、固定視点画像 I_S に含まれるノイズ成分を取り除くことが期待できる。

【 0 0 3 0 】

また、上記実施形態では、ステップ S 3 0 4 において、ステップ S 3 0 3 で生

成したテンプレート画像を全て出力してしたが、テンプレート画像の出力方法はこれに限られるものではない。たとえば、最後に出力したテンプレート画像 T_i' とステップ S 3 0 3 で生成したテンプレート画像 T_i との相違度 e を算出し、相違度が一定値以上の場合 ($e \geq TH_1$) にのみ光源環境が変化したと判断してテンプレート画像の出力を行ってもよい。この場合、不必要なデータ送信を省略することで、ネットワークのトラフィックを軽減させることができる。また、ランドマークと固定カメラ 1 0 1 の間に障壁物が進入し固定視点画像 I_S 上でランドマークが観測されていない場合に、障壁物を撮影した誤った画像にテンプレート画像が更新されてしまうことを防ぐために、相違度が一定値以上の場合 ($e \geq TH_2$) はランドマークが隠蔽されていると判断し、テンプレート画像の出力を行わないとしてもよい。なお、テンプレート画像間の相違度の演算は、相互相関や画素値の差分絶対値の和等、周知の画像処理手法を用いることができる。

【 0 0 3 1 】

次に、ランドマーク検出モジュール 1 1 3 による処理を説明する。図 4 はランドマーク検出モジュールによるランドマークの検出手順を説明するフローチャートである。

【 0 0 3 2 】

ステップ S 4 0 1、S 4 0 2 は、上述のテンプレート画像作成モジュール 1 0 2 からテンプレート画像 T_i が出力された場合に、テンプレートマッチングにおいて用いるためにこれをメモリに格納する処理である。なお、本実施形態では、上述の図 3 において 1 つのテンプレート画像が得られるごとにそのテンプレート画像が出力される（ステップ S 3 0 3、S 3 0 4）ので、ステップ S 4 0 1、S 4 0 2 におけるテンプレート画像の更新は 1 つのテンプレート画像毎に行われることになる。ただし、テンプレート画像の更新手順はこれに限られるものではない。例えば、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 において固定視点画像 I_S に含まれる全てのランドマークに対するテンプレート画像の生成を終えてから、それらテンプレート画像を一括して出力するようにすれば、ランドマーク検出モジュール 1 1 3 においては、全テンプレート画像の更新が一括して行われることになる。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 4 0 1 においてテンプレート画像が受信されていない場合、或いはステップ S 4 0 2 を終了したあと、処理はステップ S 4 0 3 へ進み、観察者視点画像 I が入力されたか否かを判定する。上述のように観察者視点画像 I は観察者視点カメラ 1 1 1 より出力された画像データであり、ステップ S 4 0 4 ~ S 4 0 7 の処理によってこの観察者視点画像 I からランドマークが検出される。従って、本実施形態では、観察者視点カメラ 1 1 1 から観察者視点画像が入力される毎に（すなわちフレーム毎に）ランドマークの検出が行われることになる。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 4 0 4 では、テンプレート画像 T_i を用いて観察者視点画像 I からランドマーク P_i を検出する。この検出処理には、周知のテンプレートマッチングの何れの手法を用いても良い。例えば、観察者視点画像 I 中の各画素 (u_j, v_j) ごとに、その画素を中心としてテンプレート画像 T_i と同サイズの領域を部分画像 Q_j として抽出し、部分画像 Q_j とテンプレート画像 T_i との間で相違度 e_j を算出する。相違度の算出方法としては、両画像間の相互相関を求めても良いし、対応する画素同士の輝度値の差分値の絶対値の和を用いても良いし、入力画像がカラー画像の場合には、対応する画素同士の RGB 距離の和を用いても良い。観察者視点画像 I 中の全ての画素 (u_j, v_j) について部分画像 Q_j とテンプレート画像 T_i との間の相違度 e_j を求め、相違度 e_j を最小とする画素を（すなわち、テンプレート画像 T_i と最も一致した部分画像 Q_j の中心座標 (u_j, v_j) を）、観察者視点画像 I におけるランドマーク P_i の検出位置 (u_i, v_i) とする。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 4 0 5 では、座標 (u_i, v_i) を、観察者視点画像 I におけるランドマーク P_i の検出位置として、視点位置推定モジュール 1 1 4 へ出力する。なお、ステップ S 4 0 4 において観察者視点画像 I にテンプレート画像 T_i とマッチングする部分が存在しないと判断された場合（例えば、全ての相違度 e_j が設定した閾値を越えた場合）は、ランドマーク P_i が観察者視点画像 I 上に存在しない旨の情報を出力するか、本処理をスキップする。ステップ S 4 0 6 では、全

てのランドマーク P_i について検出処理を終えたか否かを判定する。まだ未処理のランドマークがあれば、ステップ S 4 0 7 へ進んで、未処理のランドマーク P_i を検出対象とし、ステップ S 4 0 4 以降の処理を繰り返す。全てのランドマーク P_i について処理を終えたならば、ステップ S 4 0 1 へ戻る。

【 0 0 3 6 】

なお、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 とランドマーク検出モジュール 1 1 3 を同期して動作させることで、本発明はさらに効果を増す。すなわち、ステップ S 4 0 1 においてテンプレート画像を受信したのちに、ステップ S 4 0 3 において、受信したテンプレート画像の元となった固定視点画像 I_S と同一時刻に撮影された観察者視点画像 I を入力することで、観察者視点画像 I と同一光源環境下において撮影されたテンプレート画像を用いたテンプレートマッチングが可能となる。この処理を厳密に実現するためには、固定カメラ 1 0 1 と観察者視点カメラ 1 1 1 の撮像が電氣的に同期されていることが望ましいことはいうまでもない。

【 0 0 3 7 】

また、上記実施形態では全てのランドマークについて検出処理を行うが、観察者視点位置の算出を可能にする所定数のランドマークが検出された時点で処理を打ち切るようにしてもよい。

【 0 0 3 8 】

また、上記処理では、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 が更新されたテンプレート画像を出力することによりランドマーク検出モジュール 1 1 3 におけるテンプレート画像の更新を行ったが、ランドマーク検出モジュールが 1 1 3 が、必要に応じてテンプレート画像作成モジュール 1 0 2 に格納された最新のテンプレート画像を読み込むようにしてもよい。その読み込みのタイミングは、例えば観察者視点画像 I が入力される毎、所定の時間間隔毎等となる。この場合、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 は自身の記憶媒体に作成したテンプレート画像を保持し、ランドマーク検出モジュール 1 1 3 からの要求により、最新のテンプレート画像がテンプレート画像作成モジュール 1 0 2 からランドマーク検出モジュール 1 1 3 へ送信される。

【 0 0 3 9 】

また、上記ステップ S 4 0 4 においては、観察者視点画像 I の全体を走査してランドマーク P_i を検出しているが、テンプレートマッチングの処理の効率化を図るための、周知の各種手法を適用することが可能である。一例を示せば次のとおりである。

【 0 0 4 0 】

図 5 はランドマーク検出処理時の探索領域を限定する方法を説明する図である。観察者視点画像 I の前フレーム（或いは過去のフレーム）での観察者カメラの位置姿勢や、前フレーム（或いは過去のフレーム）でのランドマークの検出位置等の情報を用いて、各ランドマーク毎に現フレームの観察者視点画像 I におけるおおよその位置を推定し、その周辺の領域に探索領域を設定する。もちろん直前の視点位置推定モジュール 1 1 4 による位置データを用いてもよい。そして、現フレームの観察者視点画像 I にその探索領域が含まれるランドマーク P_i についてのみ、その探索領域内での探索処理を行う。図 5 の例で説明すれば、(a) において示されるランドマーク $P_1 \sim P_7$ のそれぞれの探索領域が、観察者視点画像 I に対して (b) に示されるように求められたとする。この場合、ステップ S 4 0 4 では、 $P_3 \sim P_5$ の探索領域全てと P_2 の探索領域の観察者視点画像 I に含まれる部分について、対応するランドマークの探索を行うことになる。即ち、探索範囲の絞込により処理の高速化が実現される。

【 0 0 4 1 】

以上説明したように、第 1 の実施形態によれば、固定カメラ 1 0 1 で撮影した画像を用いてテンプレート画像の更新を行うので、環境の変化に追従して、環境に対応したテンプレート画像を得ることができる。このため、環境の変化によらず観察者視点画像 I から確実にランドマークを検出することが可能となるので、屋外環境における観察者の視点の位置及び方位姿勢を正確に求めることが可能になる。従って、特に HMD 1 1 0 が備えるディスプレイ 1 1 2 上に MR 画像を表示する場合の、現実空間と仮想空間との位置合せとして好適である。

【 0 0 4 2 】

なお、本実施形態では固定視点画像 2 0 1 における各ランドマークの位置は既

知であり、例えばテンプレート画像作成モジュールの不図示のメモリに保持しておき、必要に応じて取得され、テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 に供給されるものとする。このようなランドマークの位置の供給手段としては、これ以外にも次のような方法をとることができる。すなわち、不図示の入力手段によってオペレータが固定視点画像 2 0 1 上でランドマークの位置を直接指定してもよいし、何らかの方法で計測した 3 次元空間中の各ランドマークの位置と固定カメラ 1 0 1 のカメラパラメータ（少なくとも位置及び方位姿勢を含む）をメモリに保持しておき、この情報に基づいて、不図示のランドマーク位置算出手段（本発明の特定点位置算出手段に相当する）によって固定視点画像 2 0 1 上における各ランドマークの位置を算出するようにしてもよい。また、検出するランドマークが予め定められておらず、観察者画像 2 0 2 中の何らかの特徴点を追跡すれば良い用途の場合には、不図示の特徴抽出手段によって初期時刻において固定視点画像 2 0 1 上から顕著な画像特徴（例えばエッジ部分やテクスチャ性の強い部分）を持つ特徴点を自動的に抽出し、この位置をランドマークの位置としてもよい。

【 0 0 4 3 】

<第 2 の実施形態>

上記第 1 の実施形態では 1 台の固定カメラでテンプレート画像の更新を行うので、テンプレート画像の獲得範囲が限られ、観察者の移動および／又は見回し範囲が限定されてしまう。そこで、第 2 の実施形態では、複数台の固定カメラを設置して、観察者が広範囲に移動および／又は見回しできるようにする。ただし、複数台の固定カメラを用いるので、1 つのランドマークに対して複数のテンプレート画像が存在する場合（以下、オーバーラップ有りの場合と称する）と、1 つのランドマークに 1 台の固定カメラを割り当てることにより 1 つのテンプレート画像のみが存在するようにする場合（オーバーラップ無しの場合と称する）とが存在する。第 2 の実施形態では、オーバーラップ無しの場合について説明し、オーバーラップ有りの場合については第 3 の実施形態で説明することにする。

【 0 0 4 4 】

オーバーラップの無い場合、固定カメラを複数設けた MR システムは、第 1 の実施形態と類似の構成で実現できる。図 6 は第 2 の実施形態による MR システム

の構成を示すブロック図である。すなわち、テンプレート画像作成モジュール 6 0 2 は、複数台の固定カメラ 6 0 1 から得られる複数の固定視点画像より、それぞれについて予め決められた領域 R_i のデータを抽出し、これをテンプレート画像 T_i として出力する。

【 0 0 4 5 】

ランドマーク検出モジュール 6 1 3 は、第 1 の実施形態と同様に、テンプレート画像作成モジュール 6 0 2 から送信されたテンプレート画像によって使用するテンプレート画像を更新し、そのテンプレート画像を用いて、観察者視点画像 I からランドマークの検出を行う。カメラ選択モジュール 6 1 6 は、視点位置推定モジュール 6 1 4 から得られた視点位置の近くにある所定台数の固定カメラを選択し、その選択結果をランドマーク検出モジュール 6 1 3 に通知する。後述するが、第 2 の実施形態では、処理効率を向上するために、視点位置推定モジュール 6 1 4 から出力される視点位置に基づいて、カメラ選択モジュール 6 1 6 がどの固定カメラからのテンプレート画像を使用するかを決定する。そして、その決定された固定カメラからのテンプレート画像を用いて、ランドマーク検出モジュール 6 1 3 がランドマークの検出のためのテンプレートマッチングを行う。

【 0 0 4 6 】

仮想画像生成モジュール 1 1 5、HMD 1 1 0 については第 1 の実施形態で説明したとおりである。

【 0 0 4 7 】

図 7 は第 2 の実施形態によるランドマーク検出処理の概要を説明する図である。複数台の固定カメラ 6 0 1 (A~E) によって得られた各固定視点画像 $I_{S1} \sim I_{S5}$ 上におけるランドマーク $P_1 \sim P_{13}$ の観測位置が定められており、その周辺の矩形領域 $R_1 \sim R_{13}$ を抽出することでそれぞれに対応するテンプレート画像 $T_1 \sim T_{13}$ が生成される。そして、これらテンプレート画像を用いて観察者視点画像 I からランドマークを検出すればよい。この場合の処理は、本質的には固定カメラが 1 台の場合と同様であり、1 台のカメラの画角が広くなったものと考えればよく、図 3 及び図 4 で説明した処理手順によりランドマークの検出が行える。

【 0 0 4 8 】

以上のように、複数の固定カメラを設けた第2の実施形態においても、第1の実施形態と同様の処理で（すなわち、図6中のカメラ選択モジュール616が存在しない構成においても）観察者視点の位置及び方位姿勢を検出できる。ただし、ランドマークの数が多くなるので、毎回全てのランドマークに対して検出処理を行うと処理効率が低下する。従って、第2の実施形態では、ランドマーク検出モジュール613において検出の対象とするランドマークの数を予め限定しておくことで処理効率を向上させる。すなわち、カメラ選択モジュール616によって選択された固定カメラで観測されているランドマークのみに、検出の対象とするランドマークの絞り込みを行う。

【0049】

これは、例えば、図4に示す処理において、図8に示すようにステップS801をステップS404の前に追加することで実現できる。観察者視点画像Iが入力されると、ステップS403からステップS801へ処理が進み、ランドマーク P_i がカメラ選択モジュール616で選択された固定カメラで観測されているものであるかどうかを判断する。ここで、ランドマーク P_i が選択された固定カメラで観測されているものでなければ、当該ランドマークの検出処理（ステップS404、S405）をスキップして、次のランドマークを検出すべくステップS406へ進む。一方、ランドマーク P_i が選択された固定カメラで観測されているものであれば、そのランドマークを検出すべくステップS404へ進む。

【0050】

なお、第2の実施形態においても、テンプレートマッチングの処理の効率化を図るための、周知の各種手法を適用することが可能である。例えば、第1の実施形態で述べた探索領域を限定する手法も有効である。特に、上述したような、使用するテンプレート画像の限定を行ってから探索領域を特定することで、不必要な探索領域の位置計算を不要にすることができ、効果的である。

【0051】

図9は第2の実施形態における、ランドマーク検出処理時にテンプレート画像の探索領域を限定する方法を説明する図である。例えばカメラ選択モジュール616が、検出された視点位置に基づいて、図7に示した固定カメラA、B、Cを

選択したとする。この場合、検出の対象となるのはランドマーク $P_1 \sim P_8$ であり、他のランドマーク $P_9 \sim P_{13}$ については考慮されない。そして、ステップ S 4 0 4 では、これらのランドマーク $P_1 \sim P_8$ のうち、観察者視点画像にその探索領域が含まれるもの（図では $P_2 \sim P_6$ ）についてのみ、対応するテンプレート画像 $T_2 \sim T_6$ を用いたテンプレートマッチングによって、ランドマークの検出処理が行われる。

【0052】 以上のように、第2の実施形態によれば、複数の固定カメラを用いてテンプレート画像の更新を行うので、観察者のより広範囲な移動が許容される。

【0053】

＜第3の実施形態＞

次に、複数の固定カメラを備えたことにより、1つの時点において、1つのランドマークに複数のテンプレート画像が存在する場合、すなわちオーバーラップのある場合を説明する。

【0054】

図10は、第3の実施形態による、オーバーラップのある場合のランドマーク検出処理の概要を説明する図である。固定カメラFにはランドマーク P_1 と P_2 が観測されており、その周辺に定められた矩形領域 R_1^F 、 R_2^F によってテンプレート画像 T_1^F 、 T_2^F が生成される。また、固定カメラGにはランドマーク $P_1 \sim P_3$ が観測されており、その周辺に定められた矩形領域 $R_1^G \sim R_3^G$ によってテンプレート画像 $T_1^G \sim T_3^G$ が生成される。同様にして、固定カメラHからはテンプレート画像 $T_1^H \sim T_3^H$ が得られる。ここで、例えば T_1^F と T_1^G と T_1^H は空間中の同一のランドマーク P_1 に対応するテンプレート画像である。

【0055】

このように、1つのランドマークに対して異なる固定カメラによって複数のテンプレート画像が得られている場合には、どのテンプレート画像を用いてランドマークを検出するかを決める必要がある。以下では、（1）テンプレートマッチングの結果が最良のものを用いる場合、（2）観察者位置に基づいて選択された固定カメラによって得られるテンプレート画像を用いる場合の2つについて説明

する。なお、第3の実施形態では、たとえばカメラF、G、Hのそれぞれによって得られた撮影画像から取得されたテンプレート画像が図16のように格納されているとする。たとえば、カメラFの撮影画像からはランドマーク $P_1 \sim P_6$ のテンプレート画像 $T_1^F \sim T_6^F$ が、カメラGの撮影画像からはランドマーク $P_3 \sim P_8$ のテンプレート画像 $T_3^G \sim T_8^G$ が、カメラHの撮影画像からはランドマーク $P_3 \sim P_8$ のテンプレート画像 $T_7^H \sim T_{12}^H$ がそれぞれ取得され、格納されている。ここで、添え字番後が同じランドマークは同一のランドマークである。たとえば、ランドマーク P_6 のテンプレート画像は、カメラFとカメラGの各撮影画像から取得されている。

【0056】

(1) テンプレートマッチングの結果が最良のものを用いる場合について

図11は、同一ランドマークに複数のテンプレート画像が存在した場合に、マッチングの結果が最良のものを用いてランドマーク検出を行う場合の手順を説明するフローチャートである。図11では、図4のステップS404の部分に置き換わる処理を示している。

【0057】

ステップS403において観察者視点画像Iが入力されると、ステップS1100で固定カメラjで得られたランドマーク P_i のテンプレート画像 T_i^j を用いて観察者視点画像Iからランドマーク P_i を検出する。そして、ステップS1101で、このランドマーク P_i が複数のテンプレート画像を有しており、既に別のテンプレート画像によって座標が算出されているか否かを判断する。別のテンプレート画像によって座標が算出されていない場合や、対応するテンプレート画像が複数存在しない場合には、ステップS1104で当該テンプレート画像によって求まる座標値とそのマッチング度をメモリに格納する。

【0058】

一方、既に別のテンプレート画像によって座標が出力されている場合は、ステップS1102へ進み、メモリに格納されている別のテンプレート画像によるマッチング結果と今回のテンプレート画像によるマッチング結果とを比較する。そして、今回のテンプレート画像によるマッチングのほうが良好な結果であった場

合（マッチング度が大きかった場合）は、ステップ S 1 1 0 3 へ進み、当該ランドマークのメモリに記憶されている座標を今回のテンプレート画像を用いて得られた座標値とマッチング度で置換する。たとえば、 T_6^G についてマッチングを行ったときに、すでに T_6^F を用いたマッチングが実行されてそのマッチング度が格納されていた場合は、 T_6^G を用いたときのマッチング度と T_6^F を用いたときのマッチング度が比較され、マッチング度の高い方を採用する。

【 0 0 5 9 】

次に、ステップ S 1 1 0 5 において、ランドマーク P_i に対応する全てのテンプレート画像 T_i^j について処理を終えていない場合には、ステップ 1 1 0 6 へ進み、未処理のテンプレート画像 T_i^j を処理対象としてステップ S 4 0 4 以降の処理を繰り返す。一方、ランドマーク P_i に対応する全てのテンプレート画像 T_i^j について処理を終えている場合には、ステップ S 4 0 5 へ進み、メモリに格納された座標をランドマーク P_i の検出位置としてランドマーク検出モジュールに対して出力する。以上のようにして、全てのテンプレート画像について処理を行うことで、1つのランドマークに複数のテンプレート画像が存在した場合には、最良のマッチング度を有するテンプレート画像による座標値が採用されることになる。

【 0 0 6 0 】

（2）観察者位置に基づいて選択された固定カメラによって得られるテンプレート画像を用いる場合について

図 1 2 は、同一ランドマークに複数のテンプレート画像が存在した場合に、観察者位置に基づいて選択された固定カメラによって得られるテンプレート画像を用いてランドマーク検出を行う場合の手順を説明するフローチャートである。図 1 2 では、図 4 のステップ S 4 0 4 の前に追加される処理が示されている。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 4 0 3 において観察者視点画像 I が入力されると、ステップ S 1 2 0 1 において、これから検出処理を行うランドマーク P_i に関して複数のテンプレート画像が存在するか否かを判定する。複数のテンプレート画像が存在しない場合は、当該ランドマークについて1つのテンプレート画像しか存在しないので

、ステップ S 4 0 4 へ進み、テンプレートマッチングによるランドマーク検出を行う。

【 0 0 6 2 】

一方、複数のテンプレート画像が存在する場合は、ステップ S 1 2 0 2 において、当該複数のテンプレート画像の中から観察者位置に最も近い固定カメラから得られたテンプレート画像を選択し、これを検出処理に用いるテンプレート画像 T_i として、ステップ S 4 0 4 へ進む。たとえば、図 1 6 において、観察者位置がカメラ F よりもカメラ G に近い状態であれば、ランドマーク $P_3 \sim P_6$ に関してはカメラ G で撮影された画像から得られるテンプレート画像 $T_3^G \sim T_6^G$ が採用される。

【 0 0 6 3 】

以上のようにして全てのテンプレート画像について処理を行うことで、1つのランドマークに複数のテンプレート画像が存在した場合には、観察者位置に最も近い固定カメラからのテンプレート画像が採用されて、ランドマークの検出が行われることになる。

【 0 0 6 4 】

以上のように第 3 の実施形態によれば、1つのランドマークに複数の固定カメラから得られる複数のテンプレート画像が存在した場合に、適切なテンプレート画像を選択することが可能となる。特に図 1 0 に示したように、1つのランドマークを異なる方向から撮影して得られた複数の固定視点画像のそれぞれから得られるテンプレート画像を適切に用いることができるので、観察する方向によってランドマークの見え方が大きく違う場合（例えば、立体的な形状や、鏡面に近い反射特性であった場合）でも、適切にテンプレートマッチングを行える。

【 0 0 6 5 】

なお、第 2 の実施形態で説明したようなカメラ選択モジュール 6 1 6 との併用も可能である。この場合、図 1 1、図 1 2 で説明した処理の対象となるランドマークが、カメラ選択モジュール 6 1 6 で選択された固定カメラから得られたランドマークのみとなる。

【 0 0 6 6 】

また、第3の実施形態においても、テンプレートマッチングの処理の効率化を図るための、周知の各種手法を適用することが可能であることはいうまでもない。

【0067】

＜第4の実施形態＞

第1～第3の実施形態では、固定カメラを用いて得られた固定視点画像より随時テンプレート画像を作成することにより、ランドマーク検出モジュール113で行われるテンプレートマッチングに用いるテンプレート画像を更新している。この手法によれば、各時点において撮影された画像が用いられてテンプレート画像が生成されるので、そのときそのときのランドマークの見え方がテンプレート画像に反映され、良好なテンプレートマッチングを行うことができる。しかしながら、1つまたは複数の固定カメラを用意しなければならず、装置規模が大きくなってしまふ。そこで、第4の実施形態では、1つのランドマークについて予め複数種類のテンプレート画像を登録しておき、これを用いてテンプレート画像の更新を行う。

【0068】

図13Aは第4の実施形態によるMRシステムの構成を示すブロック図である。1301はテンプレート画像格納部であり、複数のランドマークのそれぞれについて複数種類のテンプレート画像1310が登録されている。1302はテンプレート画像選択モジュールであり、テンプレート画像格納部1301に格納された複数のテンプレート画像のうち、各ランドマークについて1つのテンプレート画像を選択する。本例では、HMD110に搭載された観察者視点カメラ111によるその時点の撮影画像より、平均輝度値算出モジュール1303によって平均輝度値に基づいて使用するテンプレート画像を選択する（後に詳述する）。従って、テンプレート画像格納部1301は、図13Bに示すように輝度値の範囲によって使用すべきテンプレート画像が分類され、格納されている。なお、テンプレート画像を変更すべき輝度値はランドマーク毎に異なるので、図13Bに示すように、輝度値範囲が異なっても同じテンプレート画像を用いる場合もある。例えば、ランドマーク#1は輝度値範囲BでもCでも同じテンプレート画像T

1Bが用いられる。

【0069】

ランドマーク検出モジュール1313は、テンプレート画像選択モジュール1302によって取得されたテンプレート画像を用いて、観察者視点画像Iについてテンプレートマッチングを行い、ランドマークを検出する。視点位置推定モジュール114、仮想画像生成モジュール115、HMD110については第1の実施形態（図1）で説明したとおりである。

【0070】

平均輝度値算出モジュール1303はHMD110に装着された観察者視点カメラ111からの撮影画像から平均輝度値を求め、その算出結果をテンプレート画像選択モジュール1302に提供する。テンプレート画像選択モジュール1302は、この平均輝度値に基づいてテンプレート画像格納部1301より各ランドマークのテンプレート画像を選択し、ランドマーク検出モジュール1313に出力する。

【0071】

図14は第4の実施形態によるテンプレート画像選択モジュールの処理手順を説明するフローチャートである。まず、ステップS1401において、平均輝度算出モジュール1303から平均輝度値を採り込む。そして、ステップS1402において、輝度値範囲が変更になったかどうかを判定する。例えば、現在使用されているテンプレート画像の輝度値範囲が範囲Aの場合、ステップS1401で取り込まれた平均輝度値が他の輝度値範囲（B或いはC）に属するかどうかを判定する。輝度値範囲が変化した場合は、ステップS1403へ進み、新たな平均輝度値が属する輝度範囲に対応したテンプレート画像群を読み込む。そして、ステップS1404でそれらのテンプレート画像群をランドマーク検出モジュール1313に出力する。

【0072】

以上のように第4の実施形態によれば、固定カメラを用いずに、予め用意した複数種類のテンプレート画像から適切なものが選択され、テンプレートマッチングに用いられるので、別途固定カメラを設けることなく、正確なテンプレートマ

ッチングを実現できる。

【0073】

なお、テンプレート画像の切り替えは、平均輝度値に限らず、朝、昼、夜の時間帯に応じて実行するようにすることもできる。或いは、観察者がマニュアルで晴、曇り、雨等の気象状態を入力し、これに応じてテンプレート画像選択モジュール1302がテンプレート画像の切り替えを行うようにすることも可能である。

【0074】

なお、上記の例では、1つのテンプレート画像グループよりテンプレート画像を選択するが、複数の位置から観察されるランドマークに対応して、テンプレート画像グループを複数用意しておき、この中から使用すべきテンプレート画像グループを選択し、選択されたテンプレート画像グループから平均輝度値に従ってテンプレート画像を取得するようにしてもよい。この場合、複数のテンプレート画像グループは、上述した第2及び第3の実施形態の複数の固定カメラに対応づけて考えることができる。従って、観察者の位置からテンプレート画像グループを選択するように構成することが可能である。

【0075】

更に、テンプレートマッチングにおける探索範囲の絞り込み（たとえば第1の実施形態の図5で説明した手法）が可能であることはいうまでもない。

【0076】

＜第5の実施形態＞

上記第1乃至第3の実施形態においては、検出パラメータとしてテンプレート画像を定義し、ランドマーク検出にテンプレートマッチングを用いていたが、ランドマーク検出には必ずしもテンプレートマッチングを用いなくても良い。例えば、色特徴を用いたマーカ（カラーマーカ）をランドマークとして用いる場合には、ランドマークの検出は、検出パラメータとしてマーカの色特徴を表す色パラメータを定義し、特定色領域の抽出によって行うことができる。

【0077】

図15は、本実施形態によるMRシステムの構成を説明するブロック図である

。図 1 5 において、固定カメラ 1 0 1、HMD 1 1 0、観察者カメラ 1 1 1、ディスプレイ 1 1 2、視点位置推定モジュール 1 1 4、仮想画像生成モジュール 1 1 5 は第 1 の実施形態と同様である。

【0 0 7 8】

1 5 0 2 は色パラメータ抽出モジュールであり、固定視点画像 I_S から、各ランドマーク P_i を検出するための色パラメータ C_i を生成する。例えば、固定視点画像 I_S 上におけるランドマーク P_i の観測領域 R_i (本実施形態では既知であり不図示の供給手段によって供給されるものと仮定する) 内の各画素の RGB 色空間における分布に基づいて、RGB 色空間におけるランドマークの存在範囲(赤の最小値 R_{min} , 赤の最大値 R_{max} , 緑の最小値 G_{min} , 緑の最大値 G_{max} , 青の最小値 B_{min} , 青の最大値 B_{max}) を求め、これをランドマークの色特徴を表す色パラメータ C_i とする。この色パラメータ C_i は、所定のタイミング毎に後述のランドマーク検出モジュールへ出力される。

【0 0 7 9】

1 5 1 3 はランドマーク検出モジュールであり、色パラメータ抽出モジュール 1 5 0 2 から提供される色パラメータ C_i に基づいて、観察者視点画像 I から、色パラメータ C_i で定義される色領域に含まれる画素を抽出することで、ランドマーク P_i を検出する。以上によって、観察者視点画像 I とほぼ同一時刻に撮影された(すなわち、観察者視点画像 I とほぼ同一光源環境下において撮影された)固定カメラ画像 I_S に基づいて色パラメータ C_i が定義できるので、屋外環境のように光源環境が動的に変化する状況下においても、常に安定したカラーマーカ検出を行うことが可能であり、ランドマーク位置の正確な検出が実現できる。なお、本実施例では色パラメータ C_i として、RGB 色空間におけるランドマークの存在範囲を用いたが、一般に色特徴抽出に用いられる何れの色空間や色特徴抽出法を用いても良いことはいうまでもなく、濃淡画像に対する輝度情報をパラメータとしてもよい。また、検出パラメータの種類はテンプレート画像や色特徴に限定されるものではなく、画像からランドマークを検出するためのいずれの検出パラメータを用いてもよい。

【0 0 8 0】

＜第 6 の実施形態＞

上記第 1 ～ 第 5 の実施形態においては、撮影画像上のランドマーク位置を検出したい観察者視点カメラは 1 台であったが、観察者視点カメラは必ずしも 1 台でなくてもよい。例えば、複数の観察者（ここでは A ～ D の 4 人とする）それぞれに対応する観察者視点カメラ 1 1 1 A ～ 1 1 1 D が存在し、それらによって撮影された観察者視点画像 $I_A \sim I_D$ 上におけるランドマーク位置を検出する場合には、それぞれに対応するランドマーク検出モジュール 1 1 3 A ～ 1 1 3 D を設け、上記第 1 ～ 第 4 の実施形態と同様な構成のテンプレート画像作成モジュール 1 0 2 を用いて、これらのランドマーク検出モジュール 1 1 3 A ～ 1 1 3 D それぞれに対してテンプレート画像を更新すればよい。

【 0 0 8 1 】

以上説明したように、上記各実施形態によれば、撮影時の環境が変化して特定点の見え方が変化しても、撮影画像中からランドマークを正確に検出することが可能となる。また、各実施形態によれば、環境の変化に対して正確なランドマークの検出が保証されるので、MR 技術において、仮想と現実の高精度な位置合せと、屋外での自由な移動との両立を達成することができる。

【 0 0 8 2 】

なお、上記実施形態 1 ～ 6 では、ビデオシースルー方式の MR システムへの応用を説明したが、視点位置の計測が必要な用途、例えば、光学シースルー方式の MR への応用ももちろん可能であるし、カメラで撮影した画像中から静止物体の特定の箇所の座標を検出する用途であれば、MR 以外の用途にも適用可能である。

【 0 0 8 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、撮影時の環境が変化して特定点の見え方が変化しても、撮影画像中から特定点を確実に検出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 実施形態による MR システムの構成を説明するブロック図である。

【図 2】

第 1 の実施形態によるランドマーク検出処理の概要を説明する図である。

【図 3】

テンプレート画像作成モジュール 1 0 2 によるテンプレート画像作成処理の手順を説明するフローチャートである。

【図 4】

ランドマーク検出モジュールによるランドマークの検出手順を説明するフローチャートである。

【図 5】

ランドマーク検出処理時に探索領域を限定する方法を説明する図である。

【図 6】

第 2 の実施形態による MR システムの構成を示すブロック図である。

【図 7】

第 2 の実施形態によるランドマーク検出処理の概要を説明する図である。

【図 8】

第 2 の実施形態における、検出の対象とするランドマークの制限を行う場合の処理を説明するフローチャートである。

【図 9】

第 2 の実施形態における、ランドマーク検出処理時に探索領域を限定する方法を説明する図である。

【図 1 0】

第 3 の実施形態による、オーバーラップのある場合のランドマーク検出処理の概要を説明する図である。

【図 1 1】

同一ランドマークに複数のテンプレート画像が存在した場合に、マッチングの結果が最良のものを用いてランドマーク検出を行う場合の手順を説明するフローチャートである。

【図 1 2】

同一ランドマークに複数のテンプレート画像が存在した場合に、観察者位置に

基づいて選択された固定カメラによって得られるテンプレート画像を用いてランドマーク検出を行う場合の手順を説明するフローチャートである。

【図 1 3 A】

第 4 の実施形態による MR システムの構成を示すブロック図である。

【図 1 3 B】

テンプレート画像のデータ構成例を示す図である。

【図 1 4】

第 4 の実施形態によるテンプレート画像選択モジュールの処理手順を説明するフローチャートである。

【図 1 5】

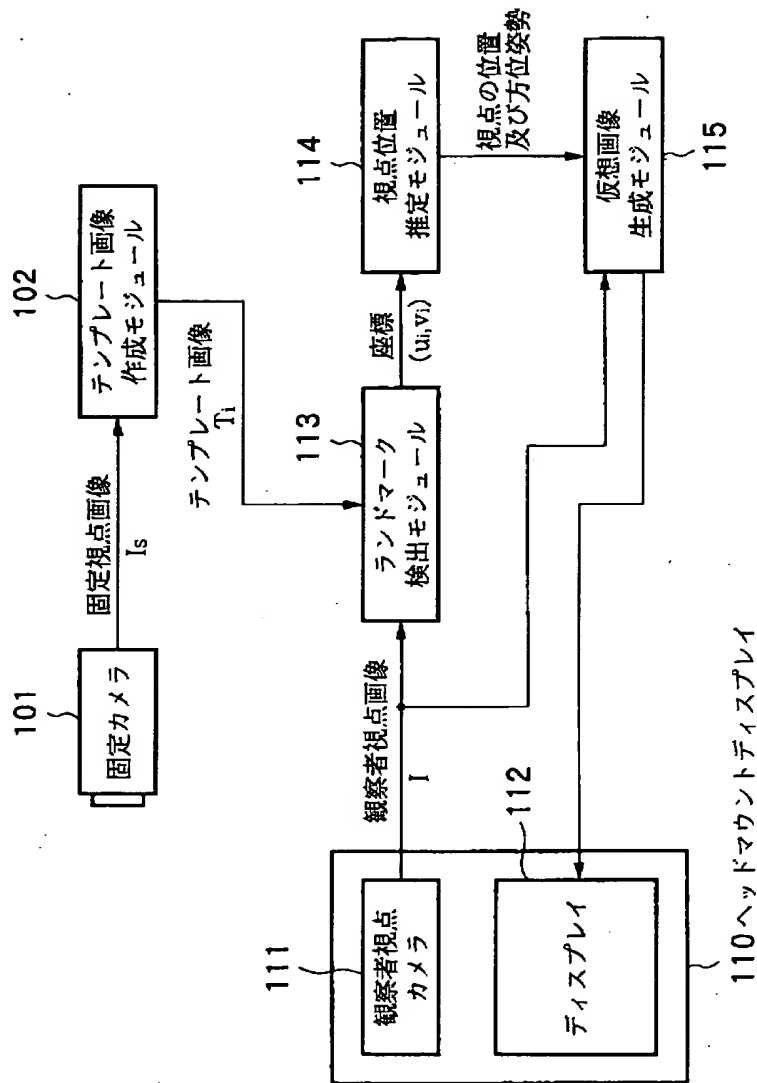
第 5 実施形態による MR システムの構成を説明するブロック図である。

【図 1 6】

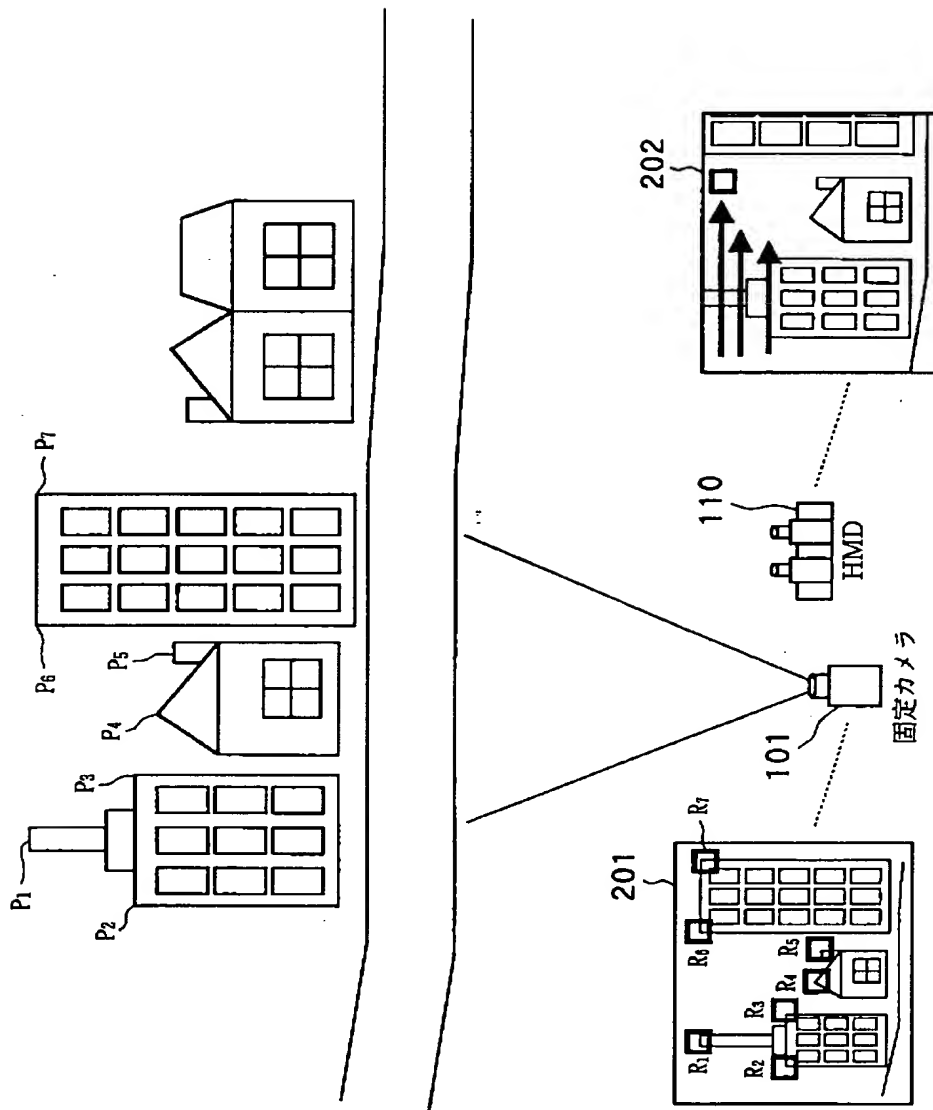
第 3 の実施形態におけるテンプレート画像の格納状態を説明する図である。

【書類名】 図面

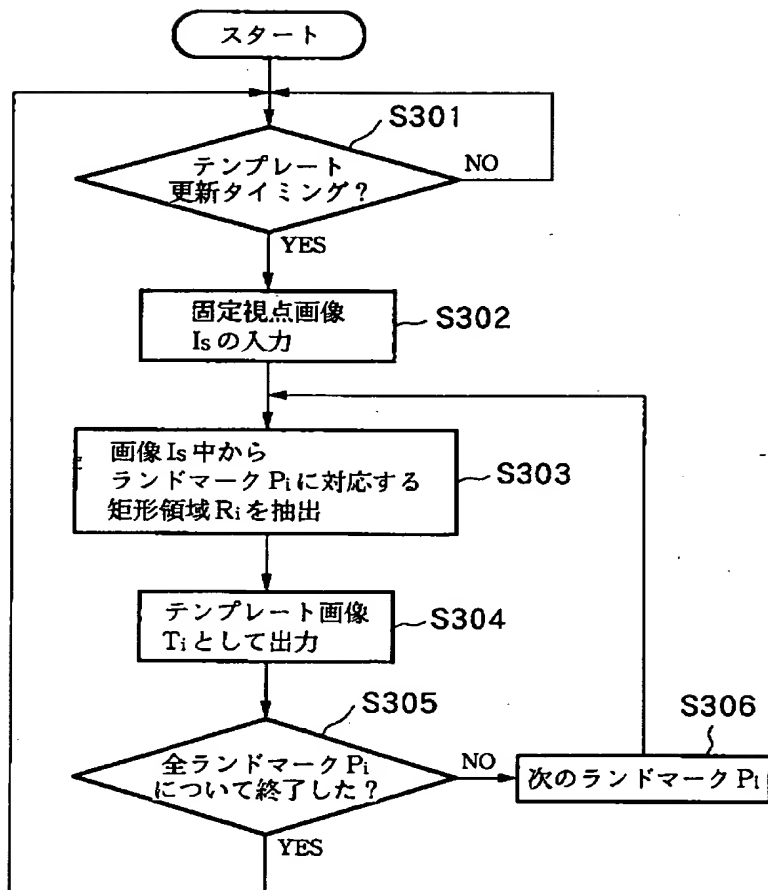
【図 1】



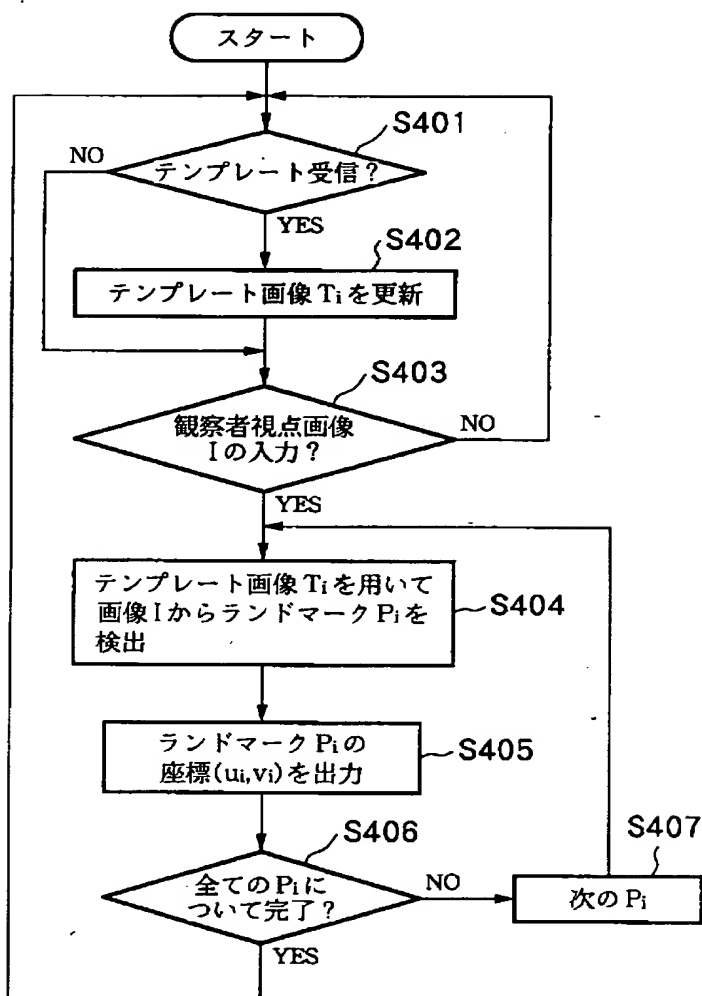
【図 2】



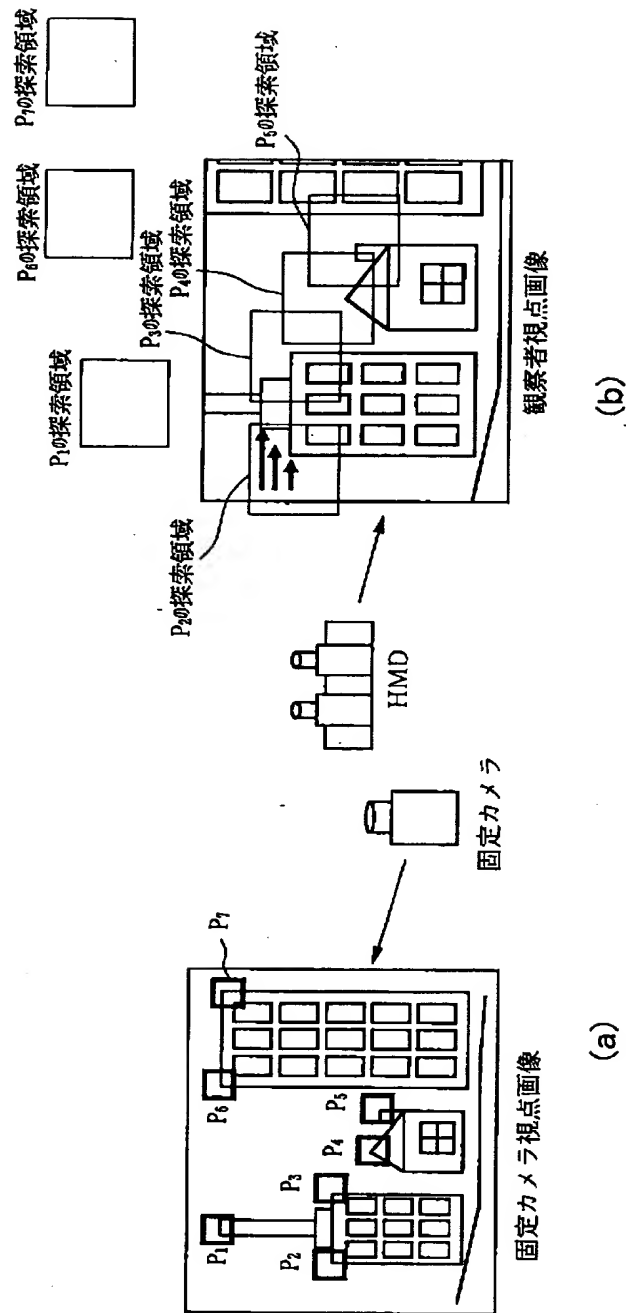
【図 3】



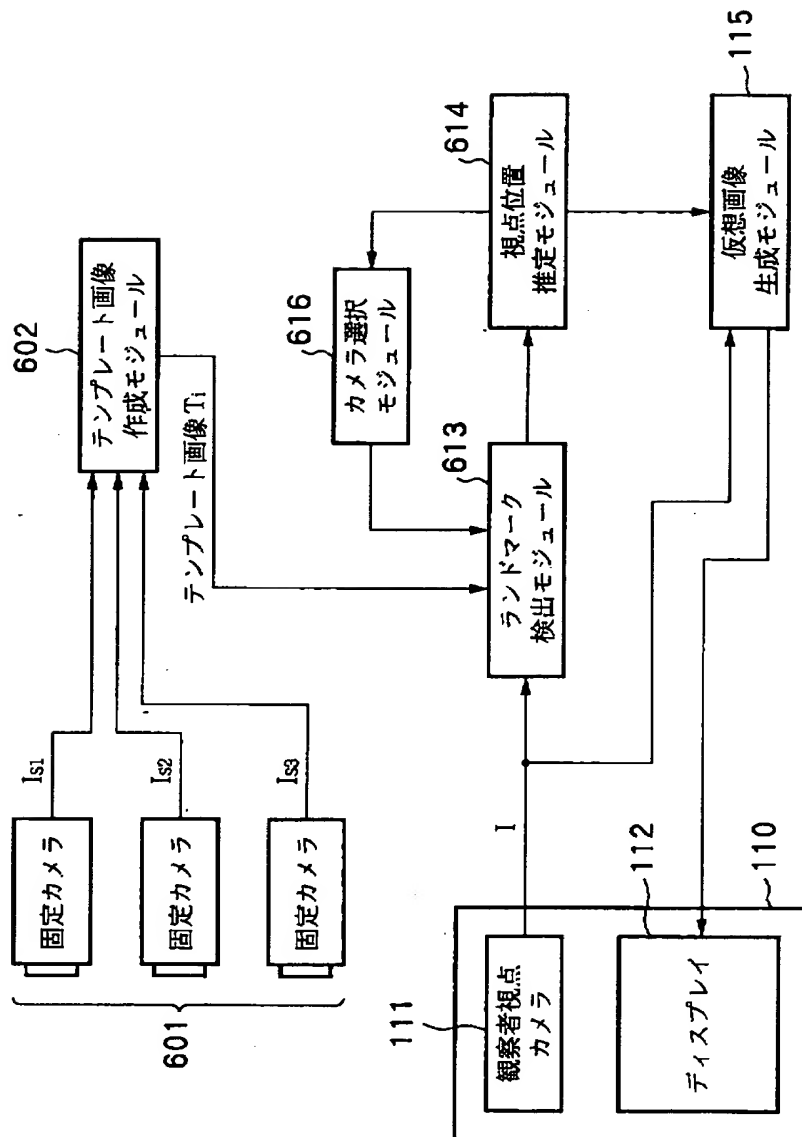
【図 4】



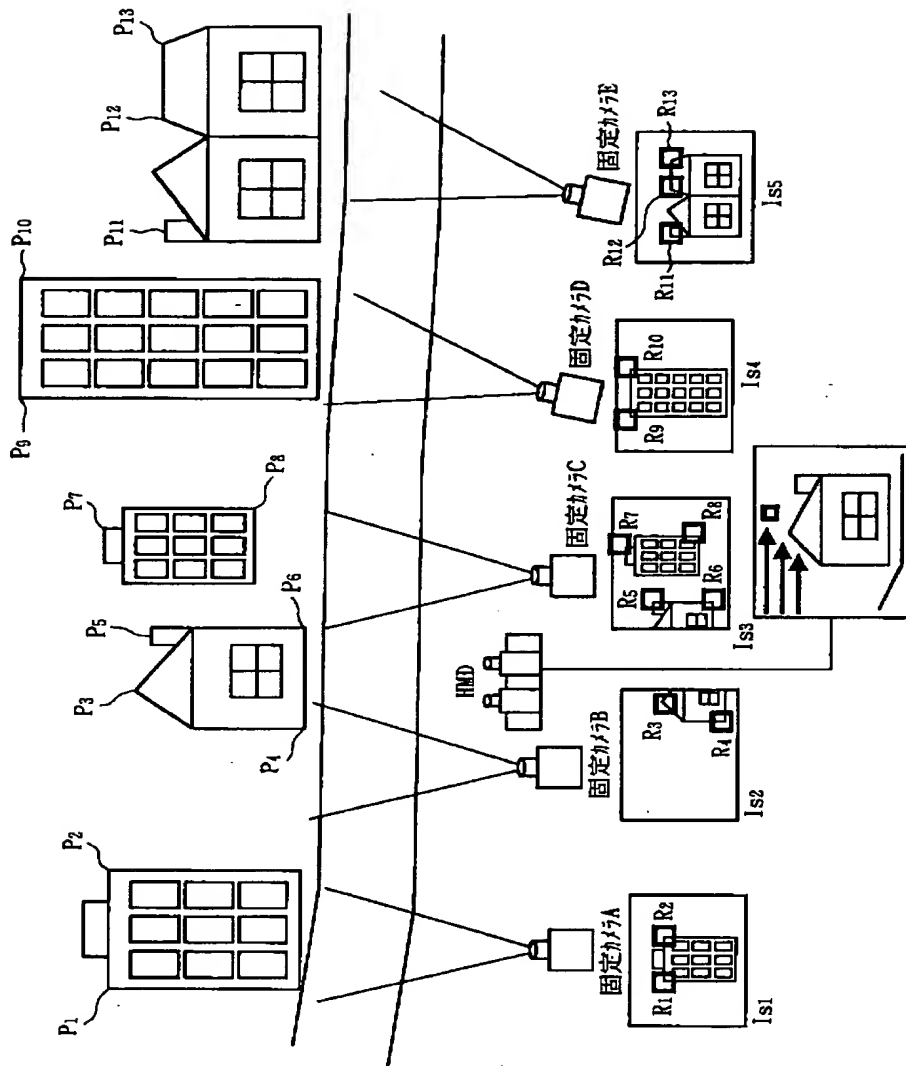
【図 5】



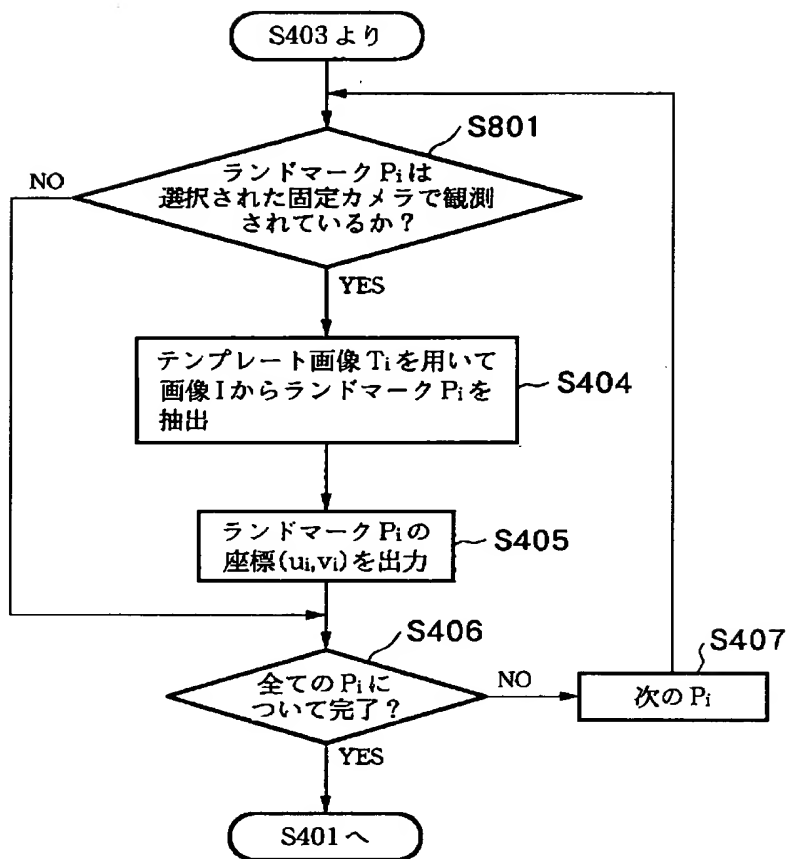
【図 6】



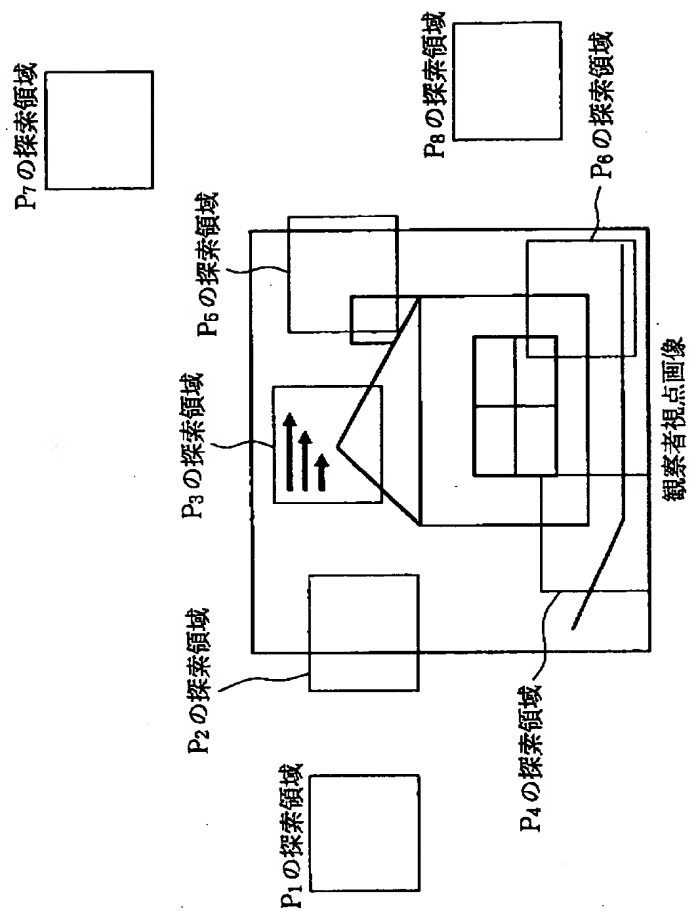
【図 7】



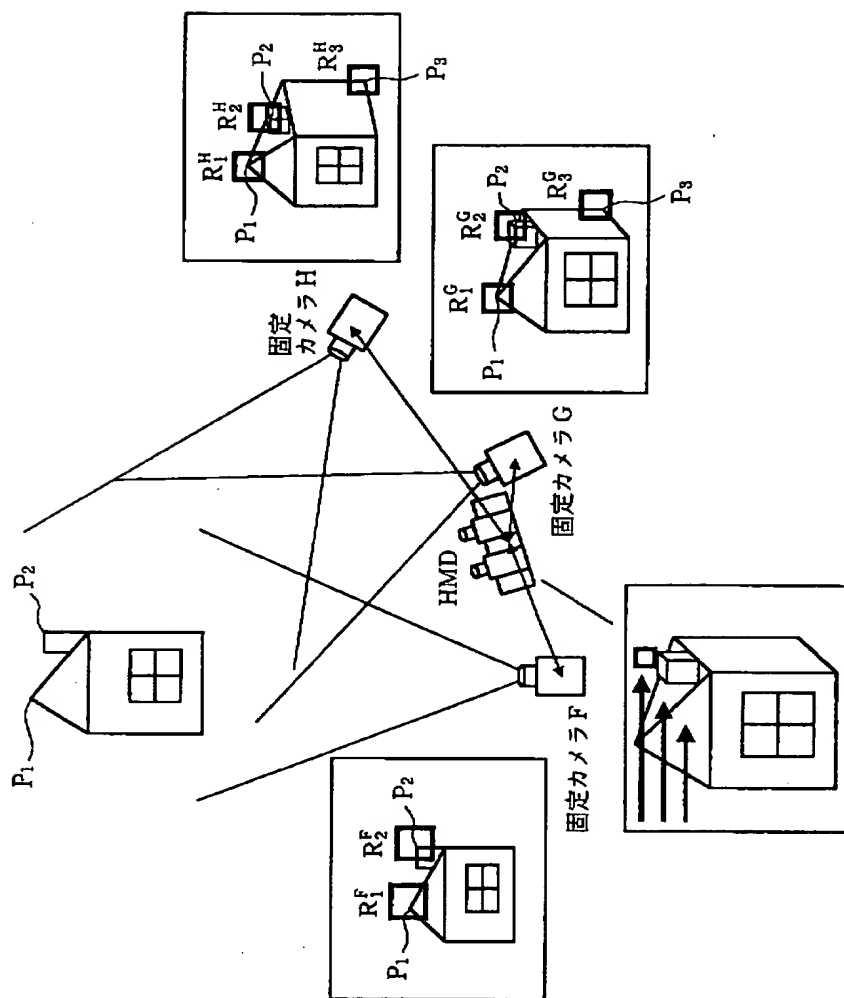
【図 8】



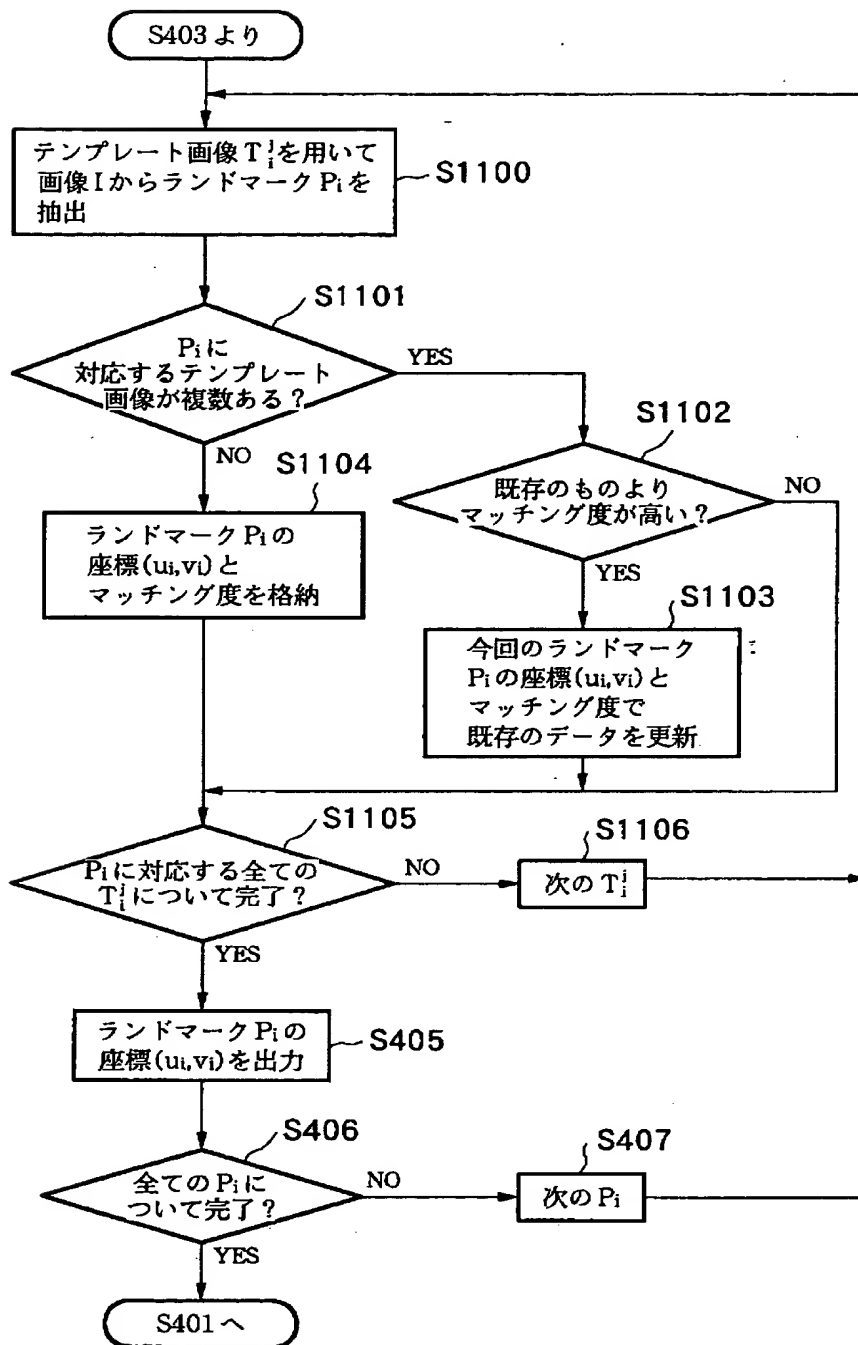
【図 9】



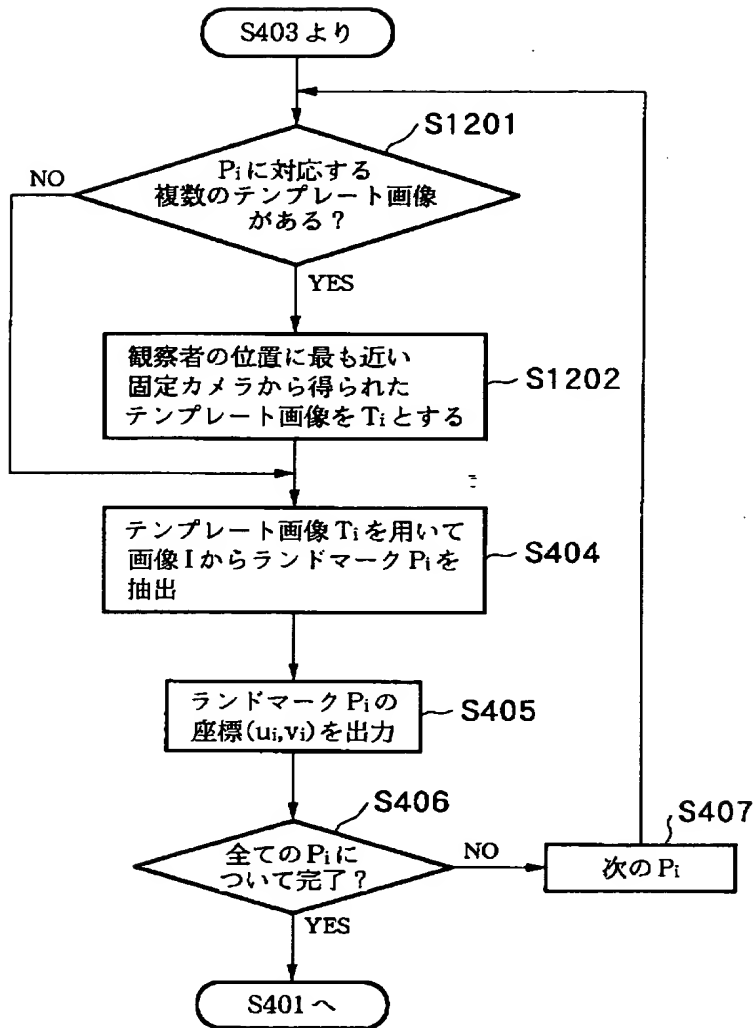
【図 10】



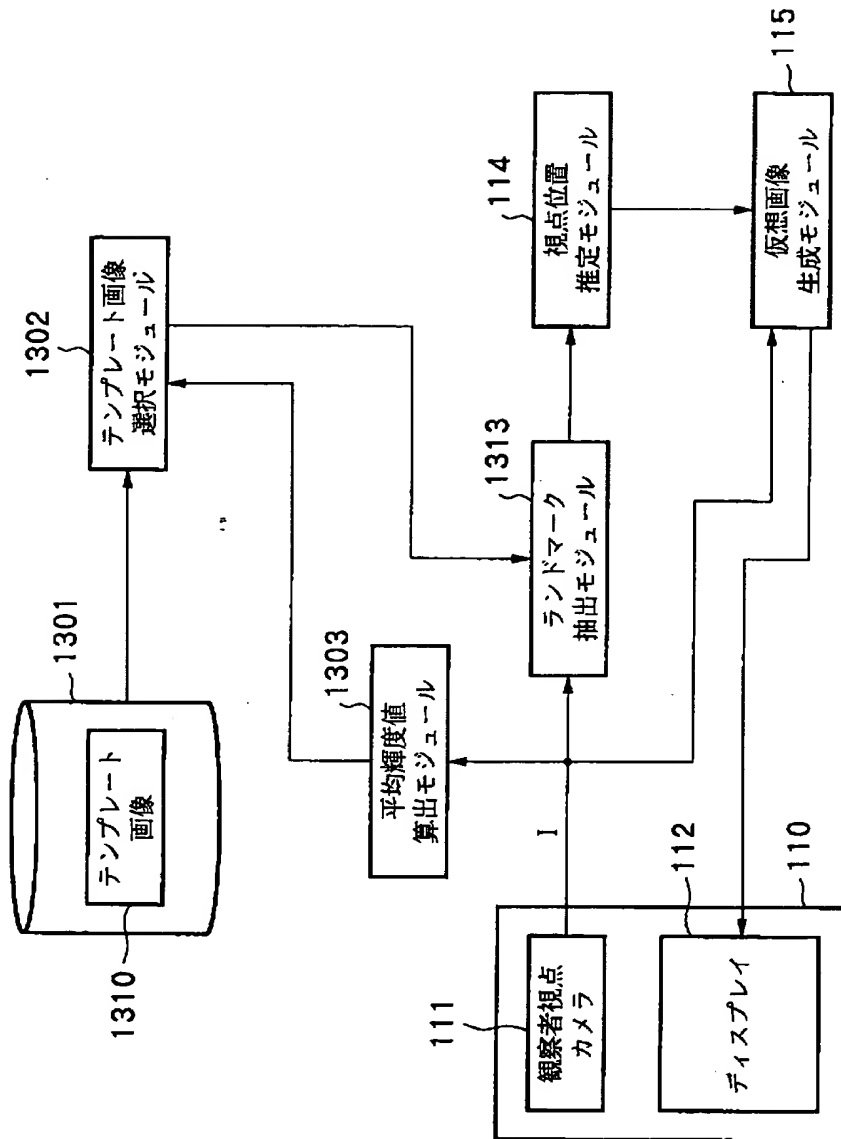
【図 11】



【図 12】



【図 1 3 A】

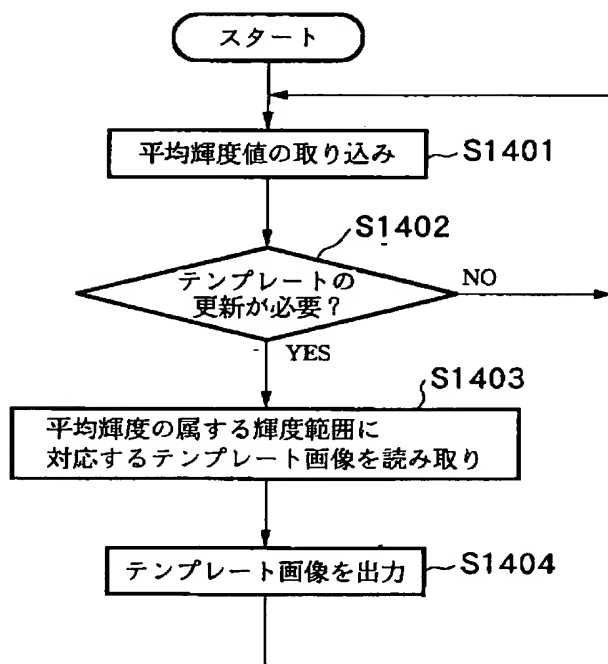


【図 13 B】

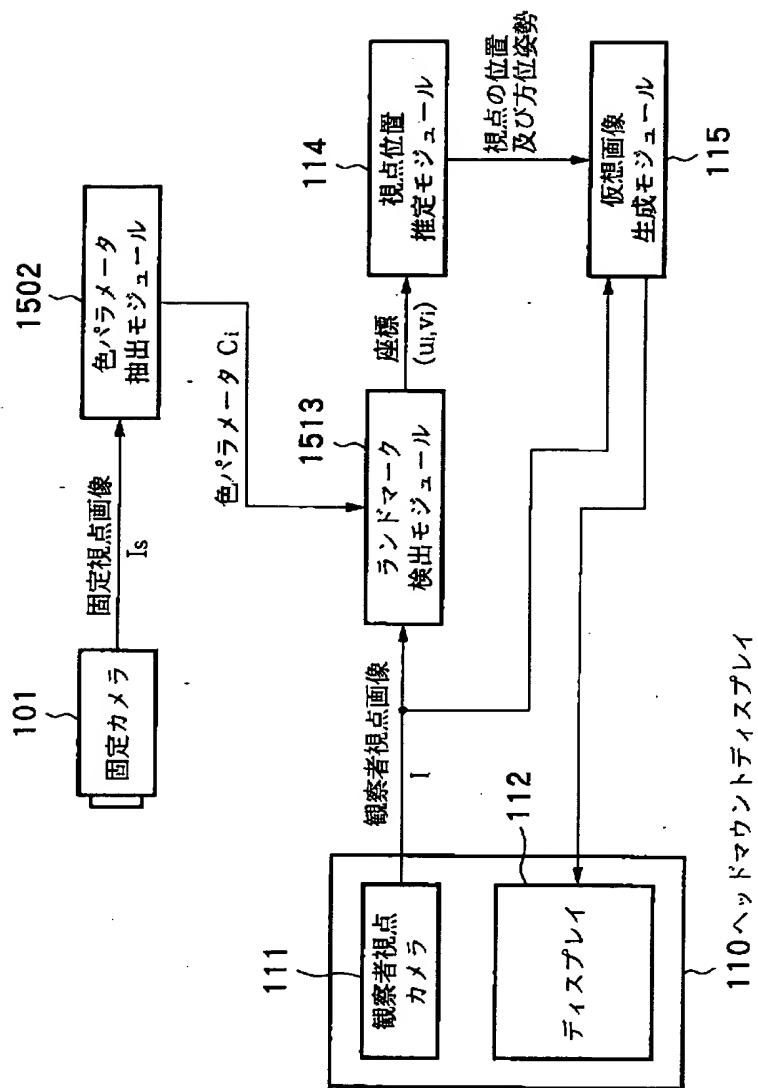
	輝度範囲 A	輝度範囲 B	輝度範囲 C	
ランドマーク # 1	T _{1A}	T _{1B}	T _{1C}	
ランドマーク # 2	T _{2A}	T _{2B}	T _{2C}	
ランドマーク # 3	T _{3A}	T _{3B}	T _{3C}	

1310
テンプレート画像

【図 1 4】



【図 15】



【図 16】

カメラF		カメラG		カメラH	
ランドマーク	テンプレート 画像	ランドマーク	テンプレート 画像	ランドマーク	テンプレート 画像
P ₁	T ₁ ^F	P ₃	T ₃ ^G	P ₇	T ₇ ^H
P ₂	T ₂ ^F	P ₄	T ₄ ^G	P ₈	T ₈ ^H
P ₃	T ₃ ^F	P ₅	T ₅ ^G	P ₉	T ₉ ^H
P ₄	T ₄ ^F	P ₆	T ₆ ^G	P ₁₀	T ₁₀ ^H
P ₅	T ₅ ^F	P ₇	T ₇ ^G	P ₁₁	T ₁₁ ^H
P ₆	T ₆ ^F	P ₈	T ₈ ^G	P ₁₂	T ₁₂ ^H

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】撮影時の環境が変化して特定点の見え方が変化しても、撮影画像中から特定点を確実に検出可能とする。

【解決手段】テンプレート画像作成モジュール102は、所定のタイミングで、固定カメラ101から得られる固定視点画像より、現実空間に存在するランドマークに対応するテンプレート画像を生成し、ランドマーク検出モジュール113に提供することでテンプレートマッチングに用いるテンプレート画像を更新する。ランドマーク検出モジュール113は、HMD110に装着され観察者とともに移動する観察者視点カメラ111からの撮影画像に対して、テンプレート画像作成モジュール102で更新されたテンプレート画像を用いてテンプレートマッチングを行い、該撮影画像におけるランドマークの位置を検出する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [397024225]

1. 変更年月日 1997年 5月 7日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県横浜市西区花咲町6丁目145番地
氏 名 株式会社エム・アール・システム研究所